

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

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол № 13 от 30.11.2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Строение вещества

---

Уровень высшего образования  
Специалитет

---

Направление подготовки / специальность  
04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

---

Направленность образовательной программы  
Неорганическая химия

---

Форма обучения  
очная

---

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.02.05 Строение вещества относится к обязательной части образовательной программы.

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

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-3: Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения	ОПК-3.1: Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности ОПК-3.2: Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности	ОПК-3.1: Владеть приемами решения исследовательских задач химической направленности  Уметь использовать приобретенные знания, умения и навыки для решения задач химической направленности  Знать теоретические основы теории строения атома Бора-Резерфорда, метода отталкивания электронных пар валентной оболочки (метода Гиллести), квантовой механики, теории поля лигандов и теории кристаллического поля.  ОПК-3.2: Владеть навыками работы со стандартным программным обеспечением при решении задач химической направленности  Уметь получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современного программного обеспечения  Знать современные подходы к статистической обработке	Контрольная работа	Экзамен: Контрольные вопросы

		полученных результатов		
ОПК-4: Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	ОПК-4.1: Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ ОПК-4.2: Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик ОПК-4.3: Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений	ОПК-4.1: 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)  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  Знать основные теоретические и фундаментальные законы, а также их потенциальное применение в различных областях химии для решения качественных и количественных задач  ОПК-4.2: Владеть навыками обработки данных с последующей интерпретацией полученных результатов  Уметь исследовать числовые характеристики и качественные свойства объекта при помощи аппроксимации	Контрольная работа	Экзамен: Контрольные вопросы

		<p>Знать фундаментальные основы математики и физики для решения задач</p> <p>ОПК-4.3: Владеть навыками предоставления полученных результатов химических наблюдений</p> <p>Уметь применять знания в области физики, математики и химии для описания наблюдаемых явлений</p> <p>Знать границы применимости физических законов и представлений для интерпретации полученных результатов</p>		
--	--	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>5</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>180</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>48</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>32</b>
- КСР	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>44</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>54</b>
	<b>экзамен</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора	Всего	

			торные работы), часы		
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Раздел 1. Строение атома. Развитие представлений о строении атома. Состав атомных ядер. Радиоактивность. Атомные модели Квантовые числа и распределение электронов по уровням, подуровням.	29	10	9	19	10
Раздел 2. Основные характеристики атомов. Радиусы атомов и ионов. Изменение атомных и ионных радиусов по периодам и группам периодической системы. Эффекты d и f сжатия. Потенциалы ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность.	30	12	5	17	13
Раздел 3. Химическая связь и валентность. Механизм образования химической связи. Насыщаемость и направленность химической связи. Квантово-механическая трактовка. Типы химической связи. Валентность. Количественные характеристики химических связей. Гибридизация атомных орбиталей. Метод Гиллеспи. Теория молекулярных орбиталей. Химическая связь в комплексных соединениях.	33	14	9	23	10
Раздел 4. Строение вещества. Молекула и молекулярные параметры. Межмолекулярные взаимодействия. Конденсированные системы, их свойства и строение. Ионные кристаллы. Металлическая связь. Плотнейшие упаковки. Молекулярные кристаллы. Жидкое состояние вещества.	32	12	9	21	11
Аттестация	54				
КСР	2			2	
Итого	180	48	32	82	44

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

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "-" (-).
- открытый онлайн-курс МООС "-" (-).

Иные учебно-методические материалы: -

#### 5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

##### 5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

##### 5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-3

- Для нуклида  $^{98}\text{Sr}$  определить а) число протонов и нейтронов в его составе, б) дефект массы (в а.е.м.), в) энергию связи нуклонов в расчете на один нуклон (в МэВ). Масса атома равна 97.928 а.е.м.
- В начальный момент времени имелся  $\text{b}^-$  - радиоактивный нуклид  $^{22}\text{F}$ . Его начальная масса  $m_0=128$  грамм,  $T_{1/2}=4.23$  секунд. 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.
- С помощью теории Бора-Резерфорда рассчитать значения частоты электромагнитного излучения, соответствующей второй линии серии Бальмера в спектре водородоподобного иона  $\text{N}^{6+}$ .
- Для химических элементов Ta и At: а) написать распределение электронов по уровням, б) написать распределение электронов по подуровням, в) показать с помощью квантовохимических ячеек распределение электронов на орбиталях подуровней четырех внешних уровней, г) для любых s, p, d, f электронов (из задания 4в) указать полный набор квантовых чисел. От каких факторов зависит интенсивность пика в рентгенограмме?

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-4

1. С помощью метода Гиллеспи для молекул  $\text{TeBr}_2\text{Cl}_4$  и  $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_3$

а) определить конфигурацию, б) оценить искажение валентных углов, в) определить полярна ли она.

2. Для частиц  $\text{N}_2$  и  $\text{Ne}_2^+$  а) показать диаграммы молекулярных орбиталей, б) рассчитать кратность связи в них, в) указать какие из них диамагнитны и парамагнитны, г) определить в какой из них связь прочнее.

3. Рассчитать дипольный момент ортобромтолуола.

$\mu(-\text{CH}_3) = 0,37 \text{ D}$ ,  $\varphi = 180^\circ$ ,  $\mu(-\text{Br}) = 1,57 \text{ D}$ ,  $\varphi = 0^\circ$

4. Показать распределение 3d-электронов на орбиталях в ионах:

а)  $\text{Cr}^{3+}$ , находящемся в октаэдрическом поле лигандов сильного поля,

б)  $\text{Fe}^{2+}$ , находящемся в октаэдрическом поле лигандов слабого поля.

Рассчитать суммарное магнитное спиновое число иона, определить парамагнитен ли он, рассчитать энергию стабилизации кристаллическим полем в долях  $\Delta$ .

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы

Оценка	Критерии оценивания
о	основные умения и базовые навыки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. 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. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели	Имеется минимальный набор навыков для решения	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартны	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартны	Продemonстрированы навыки при решении нестандарт	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартны

	вследствие отказа обучающегося от ответа	место грубые ошибки	стандартных задач с некоторым и недочетами	х задач с некоторым и недочетами	х задач без ошибок и недочетов	ных задач без ошибок и недочетов	х задач
--	--	---------------------	--	----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	---------

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации

### 5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

#### Оценочное средство - Контрольные вопросы

#### Экзамен

#### Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продemonстрированы навыки



Оценка	Критерии оценивания
	при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

**Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ОПК-3 (Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения)**

1. Дайте определение термину «энергия связи нуклонов в атомном ядре». Для нуклида  $^{107}\text{Sb}$  определить а) число протонов и нейтронов в его составе, б) дефект массы (в а.е.м.), в) энергию связи нуклонов в расчете на один нуклон (в МэВ). Масса атома равна 106.924442 а.е.м
2. С помощью теории Бора-Резерфорда рассчитать значения частоты электромагнитного излучения, соответствующей пятой линии серии Брэкета в спектре водородоподобного иона  $\text{O}^{7+}$ .
3. Для частиц  $\text{C}_2$  и  $\text{F}_2$  а) показать диаграммы молекулярных орбиталей, б) рассчитать кратность связи в них, в) указать какие из них диамагнитны и парамагнитны, г) определить в какой из них связь прочнее.
4. Покажите схематично график зависимости энергии связи нуклонов в атомном ядре в расчете на один нуклон от массового числа для атомов химических элементов. Для нуклида  $^{98}\text{Sr}$  определить а) число протонов и нейтронов в его составе, б) дефект массы (в а.е.м.), в) энергию связи нуклонов в расчете на один нуклон (в МэВ). Масса атома равна 97.927665 а.е.м.
5. С помощью теории Бора-Резерфорда рассчитать значения частоты электромагнитного излучения, соответствующей четвертой линии серии Пашена в спектре водородоподобного иона  $\text{N}^{6+}$ .

6. Для частиц  $B_2$  и  $O_2$  а) показать диаграммы молекулярных орбиталей, б) рассчитать кратность связи в них, в) указать какие из них диамагнитны и парамагнитны, г) определить в какой из них связь прочнее.
7. В начальный момент времени имелся  $b^-$ - радиоактивный нуклид  $^{25}Na$ . Его начальная масса  $m_0=96$  грамма,  $T_{1/2} = 4$  секундам. Определить а) сколько грамм изотопа останется через 20 секунд (принять, что атомная масса изотопа (г/моль) численно равна его массовому числу; б) какой нуклид образуется в результате распада.
8. Для химического элемента Tm: а) написать распределение электронов по уровням, б) написать распределение электронов по подуровням, в) показать с помощью квантовохимических ячеек распределение электронов на орбиталях подуровней четырех внешних уровней, г) для любых s, p, d, f электронов указать полный набор квантовых чисел.
9. Какая зависимость имеется между энергией химической связи, длиной связи и кратностью связи? С помощью метода Гиллеспи для молекулы  $IF_5$  а) определить конфигурацию, б) оценить искажение валентных углов, в) определить полярна ли молекула.
10. В начальный момент времени имелся  $b^-$ - радиоактивный нуклид  $^{25}Al$ . Его начальная масса  $m_0=64$  грамма,  $T_{1/2} = 4$  секунды. Определить а) сколько грамм изотопа останется через 20 секунд (принять, что атомная масса изотопа (г/моль) численно равна его массовому числу; б) какой нуклид образуется в результате распада.
11. Для химического элемента Sm: а) написать распределение электронов по уровням, б) написать распределение электронов по подуровням, в) показать с помощью квантовохимических ячеек распределение электронов на орбиталях подуровней четырех внешних уровней, г) для любых s, p, d, f электронов указать полный набор квантовых чисел.
12. Какая зависимость имеется между энергией химической связи, длиной связи и кратностью связи? С помощью метода Гиллеспи для молекулы  $TeBr_2Cl_2$  а) определить конфигурацию, б) оценить искажение валентных углов, в) определить полярна ли молекула.

**Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ОПК-4 (Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач)**

1. Постулаты Бора (формулировка, основные соотношения).
2. Правила заполнения электронных оболочек атомов.
3. Дайте определение термину «энергия связи нуклонов в атомном ядре».
4. Электроотрицательность, потенциал ионизации, сродство к электрону атома (Определение, примеры).
5. Виды межмолекулярного взаимодействия (основные характеристики).
6. Дайте определение терминам “энергия” и “длина” химической связи. Какая зависимость имеется между энергией химической связи, длиной связи и кратностью связи?
7. Закон радиоактивного распада (формула в интегральной форме, график).
8. Главное и орбитальное квантовые числа (определение, физический смысл).
9. Дайте определение терминам “кратность химической связи” и “валентный угол”. Какая зависимость имеется между энергией химической связи, длиной связи и кратностью связи?
10. Радиоактивность (определение, виды распадов с уравнениями в общем виде).

11. Орбитальное и спиновое магнитные квантовые числа (определение, физический смысл).
12. Способы описания полярности химической связи.
13. Укажите элементы симметрии куба (перечень, рисунки).

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **Основная литература:**

1. Глинка Н. Л. Общая химия в 2 т. Том 1 / Глинка Н. Л. ; под ред. Попкова В.А., Бабкова А. В. - 20-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 349 с. - (Профессиональное образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/490164> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-9916-9672-2 : 1089.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=787085&idb=0>.
2. Ермаков А. И. Квантовая механика и квантовая химия. В 2 ч. Часть 1. Квантовая механика : учебник и практикум / А. И. Ермаков. - Москва : Юрайт, 2023. - 183 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-00127-3. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=846229&idb=0>.
3. Ермаков А. И. Квантовая механика и квантовая химия. В 2 ч. Часть 2. Квантовая химия : учебник и практикум / А. И. Ермаков. - Москва : Юрайт, 2023. - 402 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-00128-0. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=844407&idb=0>.
4. Ершов Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов в 2 кн. Книга 1 : учебник / Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд. - 10-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 215 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/470991> (дата обращения: 14.08.2022). - ISBN 978-5-9916-8659-4 : 729.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=822029&idb=0>.

### **Дополнительная литература:**

1. Физическая и коллоидная химия. В 2 ч. Часть 1. Физическая химия : учебник / В. Ю. Конюхов [и др.] ; под редакцией В. Ю. Конюхова, К. И. Попова. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 259 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-06719-4. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=844383&idb=0>.
2. Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия : учебник для вузов / Ахметов Н. С. - 13-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 744 с. - Книга из коллекции Лань - Химия. - ISBN 978-5-507-45394-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=828619&idb=0>.
3. Общая и неорганическая химия / Оганесян Э. Т., Попков В. А., Щербакова Л. И., Брель А. К. ; под ред. Оганесяна Э.Т. - Москва : Юрайт, 2022. - 447 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/489031> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-9916-6994-8 : 1349.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=787108&idb=0>.
4. Степанов Н. Ф. Квантовая механика и квантовая химия : учебник и практикум / Н. Ф. Степанов. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2019. - 441 с. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-534-10665-7. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=842653&idb=0>.

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.

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: 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, Microsoft Windows 7 Home Basic OA CIS and GE, лицензия OEM Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic Open 1 License No Level, лицензия №60411808, дата выдачи 24.05.2012 г.;

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, Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic Open No Level, Лицензия № 15988873, дата выдачи 15.01.2003 г., Microsoft Office 2007 Russian Academic Open No Level Лицензия № 43178981, дата выдачи 12.12.2007 г.;

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, • Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic Open No Level, Лицензия № 15988873, дата выдачи 15.01.2003 г., Microsoft Office 2007 Russian Academic Open No Level Лицензия № 43178981, дата выдачи 12.12.2007 г.

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по специальности 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия.

Автор(ы): Сулейманов Евгений Владимирович, доктор химических наук, профессор  
Крашенинникова Ольга Владимировна, кандидат химических наук  
Фукина Диана Георгиевна, кандидат химических наук.

Заведующий кафедрой: Сулейманов Евгений Владимирович, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 10.11.2022 г., протокол № 2.