

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт биологии и биомедицины

---

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИББМ \_\_\_\_\_ Ведунова М.В.

« 30 » августа 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

***Общая химия***

---

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

**Специалитет**

Направление подготовки / специальность

**30.05.02 Медицинская биофизика**

Квалификация (степень)

**Врач-биофизик**

Форма обучения

**Очная**

Нижний Новгород  
2020 год

### 1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Общая химия» относится к базовой части Блока 1 ОПОП по специальности **30.05.02 Медицинская биофизика**, является обязательной для освоения студентами на первом году обучения в 1 семестре.

Дисциплина «Общая химия» базируется на знаниях, полученных студентами при изучении химии в средней школе. Для усвоения дисциплины студент должен владеть химической терминологией; понимать смысл химических формул и символов, индексов и коэффициентов в химических уравнениях реакций; иметь представления об основных классах неорганических соединений; понимать различие между химическими и физическими явлениями; иметь представление об атомно-молекулярном учении; иметь навыки решения простейших расчетных задач.

**Целью освоения дисциплины «Общая химия» является** теоретическая и практическая подготовка студентов по основным (фундаментальным) разделам общей химии с учетом современных тенденций развития химической науки, что обеспечивает решение выпускником задач будущей профессиональной деятельности.

### 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
<i>ОПК-5</i> - готовность к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач  (начальный этап формирования)	<b>З (ОПК-5) Знать</b> основные источники по приобретению новых знаний и формированию суждений в области химии. <b>У (ОПК-5) Уметь</b> использовать положения соответствующих теорий для оценивания и анализа различных научных проблем в области химии. <b>В (ОПК-5) Владеть</b> навыками анализа текстов по научным проблемам в области химии, используя современные образовательные и информационные технологии.

### 3. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) составляет 4 зачетные единицы, всего 144 часа, из которых 62 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (30 часов лекций, 30 часов лабораторных занятий, 2 часа мероприятия промежуточной аттестации), 82 часа составляет самостоятельная работа обучающегося (в т.ч. включая 36 часов – подготовки к экзамену).

#### Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Тема 1 Атомно-молекулярная теория	18	4	6	10	8

Тема 2 Строение атома	18	6	6	12	6
Тема 3 Периодический закон и периодическая система элементов Д.И.Менделеева	6	4		4	2
Тема 4 Химическая связь. Строение молекул	22	6	8	14	6
Коллоквиум по темам 1-4	8		2	2	6
Тема 5 Химия <i>s</i> -элементов	16	4	6	10	6
Тема 6 Химия <i>p</i> -элементов	8	4		4	4
Тема 7 Общая характеристика <i>d</i> - элементов. Комплексные соединения	4	2		2	2
Коллоквиум по темам 5-7	8		2	2	6
В т.ч. текущий контроль	2				
Промежуточная аттестация в форме экзамена					
Итого	144			62	82

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках лабораторных занятий и проведения коллоквиумов. Промежуточная аттестация осуществляется на экзамене.

### **3.1. Содержание дисциплины**

#### **Тема 1. Введение. Атомно-молекулярная теория.**

Предмет химии. Значение химии. Роль химии в биологии. Понятие о веществе. Простые и сложные вещества. Физические и химические явления. Атомно-молекулярная теория: введение в историю. Работы Ломоносова, Лавуазье, Дальтона. Понятие об атоме. Атомная единица массы. Относительная атомная масса. Понятие о химическом элементе. Изотопы. Понятие о молекуле. Относительная молекулярная масса. Молекулярные и структурные формулы. Молекулярная и кристаллическая аллотропии. Моль. Молярная масса. Стехиометрические законы химии: закон сохранения массы, закон постоянства состава, закон кратных отношений, закон эквивалентов. Понятие эквивалента, эквивалентной массы. Расчет эквивалентной массы простого и сложного вещества. Эквивалентный объем. Газовые законы: закон парциальных давлений Дальтона, закон простых объемных отношений, закон Авогадро и следствия из него. Молярный объем газа. Относительная плотность одного газа по другому. Уравнения Менделеева-Клапейрона, Ван-дер-Ваальса. Установление формулы вещества по процентному составу. Правило Дюлонга и Пти.

#### **Тема 2. Строение атома.**

Введение в историю вопроса. Развитие представлений о строении атома. Модели строения атома (Томсона, Резерфорда). Электромагнитные волны. Характеристики электромагнитных волн: длина, амплитуда, частота, волновое число. Квантованный характер энергетических изменений. Уравнение Планка. Атомные спектры. Спектр атомарного водорода. Уравнение Ридберга. Планетарная модель атома Бора. Корпускулярно-волновой дуализм. Уравнение де Бройля. Принцип неопределенности

Гейзенберга. Квантово-механическое представление о строении атома. Волновая функция (понятие). Квантовые числа. Атомные орбитали. Граничные поверхности *s*-, *p*-, *d*-орбиталей. Узловые поверхности. Многоэлектронные атомы. Факторы, влияющие на энергию многоэлектронных атомов. Принципы и последовательность заполнения электронных оболочек: принцип Паули, минимум энергии (правило Клечковского), правило Гунда. Электронные паспорта атомов. Заполнение оболочек у элементов I, II, III, IV периодов.

### **Тема 3. Периодический закон и периодическая система элементов Д.И.Менделеева.**

Попытки систематизации элементов. Открытие периодического закона Д.И.Менделеевым. Структура периодической системы. Причина периодического изменения свойств элементов. Особенности электронного строения атомов элементов главных и побочных подгрупп. *s*-, *p*-, *d*-, *f*-Элементы. Свойства свободных атомов: энергия и потенциал ионизации, сродство к электрону, радиус атома и периодичность их изменений.

### **Тема 4. Химическая связь. Строение молекул.**

История вопроса. Причины образования химической связи. Основные характеристики химической связи: энергия, длина, валентный угол, полярность связи. Эффективный заряд атомов. Дипольный момент связи. Дипольный момент многоатомной молекулы. Понятие об электроотрицательности атомов. Шкала Полинга. Изменение величин электроотрицательностей по периодам и группам. Степень окисления элементов. Расчет степени окисления. Валентность химических элементов. Различные трактовки понятия валентности в современной химии. Метод валентных связей. Основные положения метода валентных связей. Механизмы образования общих электронных пар ковалентной связи. Донорно-акцепторная связь. Валентные возможности элементов. Одинарная и кратные связи. Образование  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей. Гибридизация АО:  $sp$ ,  $sp^2$ ,  $sp^3$ ,  $sp^3d$ ,  $sp^3d^2$ . Геометрия молекул  $BeF_2$ ,  $BF_3$ ,  $CH_4$ ,  $NH_3$ ,  $H_2O$ ,  $PCl_5$ ,  $SCl_6$ . Многоцентровые связи. Строение молекул  $HNO_3$ ,  $O_3$ ,  $SO_2$ ,  $SO_3$ . Преимущества и недостатки метода валентных связей. Метод молекулярных орбиталей. Основные положения метода МО. Связывающие и разрыхляющие МО.  $\sigma$ - и  $\pi$ -МО. Энергетические диаграммы МО. Гомоатомные молекулы элементов I и II периодов. Диамагнитные и парамагнитные молекулы. Гетероатомные молекулы CO и NO. Сравнение методов ВС и МО. Ионная связь. Механизм образования ионной связи. Зависимость межионного взаимодействия от расстояния между ионами. Уравнение Борна. Особенности ионной связи. Металлическая связь. Межмолекулярное взаимодействие. Силы Ван-дер-Ваальса. Энергия межмолекулярного взаимодействия в сравнении с энергией химического взаимодействия. Ориентационное, индукционное и дисперсионное взаимодействие. Факторы, определяющие энергию межмолекулярного взаимодействия. Водородная связь. Природа водородной связи. Меж- и внутримолекулярная водородная связь. Энергия водородной связи. Зависимость физических свойств веществ с молекулярной структурой от характера межмолекулярного взаимодействия (температура кипения, плавления, теплоты фазовых переходов).

### **Тема 5. Химия s-элементов.**

Особенности строения атомов. Способность к образованию химических связей. Характер изменения свойств в группах. Водород. Положение элемента в периодической системе. Изотопы водорода. Физические и химические свойства. Взаимодействие с металлами и неметаллами. Гидриды. Основные и кислотные гидриды. Степень окисления атома. Нахождение в природе. Вода. Роль воды в биологических процессах. Щелочные и щелочноземельные металлы. Физические и химические свойства. Отношение к воде, кислотам, неметаллам. Изменение химической активности в группах. Оксиды и пероксиды металлов. Соли. Хлориды натрия и калия. Карбонаты. Оксид и гидроксид кальция. Жесткость воды и способы ее устранения. Биологические функции калия и натрия, кальция и магния в живом организме.

### **Тема 6. Химия p-элементов.**

Общий обзор. Особенности электронного строения атомов. Важнейшие халькогены – кислород и сера. Кислород. Строение атома и его основные характеристики. Нахождение в природе, физические и химические свойства, получение. Биологическая роль кислорода. Физические свойства кислорода. Химические свойства. Способность к окислению. Образование оксидов. Общая характеристика оксидов. Основные, амфотерные, кислотные оксиды. Закономерное изменение свойств в периодах и группах. Образование надпероксид ( $O_2^-$ ) и пероксид ( $O_2^{2-}$ ) ионов. Надпероксиды и пероксиды металлов. Пероксид водорода. Свойства, поведение в водных растворах. Окислительные и восстановительные свойства. Применение в технике, быту, медицине. Роль пероксида водорода в живых системах. Озон. Строение молекулы. Физические свойства. Образование озона в различных процессах. Защитная роль озона в природе. Окислительная активность озона. Озониды.

Сера. Строение атома, основные характеристики. Распространение в природе. Аллотропные модификации. Физические свойства. Соединения серы со степенью окисления  $-2$ . Сероводород. Свойства. Сульфиды и гидросульфиды. Восстановительные свойства сульфид-иона. Соединения серы со степенью окисления  $+4$ . Проблема утилизации  $SO_2$  из атмосферы. Сернистая кислота. Сульфиты и гидросульфиты. Соединения серы со степенью окисления  $+6$ . Строение молекулы  $SO_3$ . Физические и химические свойства. Серная кислота. Сульфаты и гидросульфаты.

Азот. Строение атома, основные характеристики. Возможные степени окисления. Молекулярный азот. Получение. Физические и химические свойства. Нитриды элементов. Аммиак. Взаимодействие с водой и кислотами. Оксиды азота. Азотная кислота и ее соли. Взаимодействие азотной кислоты различной концентрации с металлами. Соли азотной кислоты и их применение. Нитраты аммония, калия и натрия. Круговорот азота в природе. Биохимическая роль азота.

Фосфор. Строение атома, основные характеристики. Аллотропные модификации фосфора. Фосфиды. Фосфин. Соли фосфония. Галогениды фосфора. Фосфористая кислота. Фосфаты. Применение солей фосфорных кислот. Биологическая роль фосфора.

Галогены. Общий обзор. Электронная конфигурация атомов. Нахождение в природе. Хлор. Физические и химические свойства. Получение. Соляная кислота и ее соли. Важнейшие соединения хлора. Биохимическая роль галогенов.

Углерод. Нахождение в природе. Аллотропия углерода. Оксиды углерода. Угольная кислота и ее соли. Роль углерода в органической химии.

### **Тема 7. Общая характеристика $d$ -элементов. Комплексные соединения.**

Общий обзор  $d$ -элементов. Особенности строения электронной оболочки. Координационная теория Вернера. Главная и побочная валентности. Природа сил комплексообразования. Лиганд, комплексообразователь, координационное число. Катионные, анионные, электронейтральные комплексные соединения. Номенклатура комплексных соединений. Факторы, влияющие на свойства комплексных соединений. Лиганды: моно-, би-, полидентантные. Хелатные комплексные соединения. Устойчивость комплексных соединений. Роль комплексных соединений в биологических процессах. Гемоглобин. Хлорофилл. Биометаллы и биолиганды.

### ***3.2. Лабораторный практикум***

№	Номер раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы
1	1	Растворы
2	2	Определение показателя преломления
3	4	Определение температур кипения и плавления

4	5	Методы очистки веществ
---	---	------------------------

#### **4. Образовательные технологии**

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме лекционных и лабораторных занятий.

Предусмотрены лекции-визуализации с проблемным изложением основных тем курса, которые входят в рабочую программу (представлены в таблице «Содержание дисциплины»). На лабораторных занятиях выполняются тематические лабораторные работы, на которых отрабатываются навыки синтеза и физико-химического анализа получаемых соединений.

Рекомендуемые образовательные технологии: рейтинговая технология, технология интегративного, проблемного, инновационного, личностно-ориентированного, дифференцированного, индивидуального, развивающего обучения и гуманистического образования. Не менее 30% лекций будет читаться с использованием мультимедийных средств обучения.

#### **5. 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 устному опросу, контрольным работам и тестам, а также оформление научных рисунков в альбоме как отчета по соответствующим темам лабораторных работ.

Отчеты по лабораторным работам представляют собой отчетный документ о работе студента в течение семестра. Наличие отчетов, зачтенных преподавателем, ведущего лабораторные занятия, является необходимым условием допуска к сдаче экзамена по дисциплине. Это также один из эффективных методов познания, так как именно в процессе написания отчета студент детально и вдумчиво анализирует полученные в ходе выполнения лабораторной работы результаты, проводит качественный и количественный анализ, формулирует вывод о проделанной работе, что способствует лучшему усвоению материала, развивает у студентов внимание и наблюдательность.

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится следующее:

- Устный опрос
- Коллоквиум по темам разделов 1-4
- Коллоквиум по темам разделов 5-7
- Проверка отчетов по темам лабораторных занятий

Основу для самостоятельной подготовки студентов составляет **учебно-методические пособия:**

Зайцев С.Д. Растворы: Практикум. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. – 27 с.;

Копылова Н.А., Зайцев С.Д. Методы очистки веществ: Фильтрование и перекристаллизация. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. – 14 с.;

Копылова Н.А., Зайцев С.Д. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВЕЩЕСТВ: ПЕРЕГОНКА. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. – 11 с.

Вопросы к устному опросу и коллоквиумам представлены в приведенных выше учебно-методических пособиях.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме экзамена.

**6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:**

**6.1 Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, в которых участвует дисциплина «Общая химия», приведены в таблице**

**ОПК-5 - готовность использовать основы физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач**

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<b>Знать:</b> основные физико-химические, математические и иные естественнонаучные понятия и методы, необходимые при решении профессиональных задач	Отсутствие знаний материала	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала с рядом негрубых ошибок	Знание основного материала с рядом заметных погрешностей	Знание основного материала с незначительными погрешностями	Знание основного материала без ошибок и погрешностей	Знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей
<b>Уметь:</b> применять различные физико-химические, математические и иные естественнонаучные понятия и методы, необходимые при решении профессиональных задач	Полное отсутствие умения применять различные физико-химические, математические и иные естественнонаучные понятия и методы, необходимые при решении профессиональных задач	Отсутствует умение применять различные физико-химические, математические и иные естественнонаучные понятия и методы, необходимые при решении профессиональных задач	Умение применять различные физико-химические, математические и иные естественнонаучные понятия и методы, необходимые при решении профессиональных задач при наличии существенных ошибок	Умение применять различные физико-химические, математические и иные естественнонаучные понятия и методы, необходимые при решении профессиональных задач при наличии незначительных ошибок	Умение применять различные физико-химические, математические и иные естественнонаучные понятия и методы, необходимые при решении профессиональных задач с небольшим и недочетами	Умение без ошибок применять различные физико-химические, математические и иные естественнонаучные понятия и методы, необходимые при решении профессиональных задач	Умение в совершенстве применять различные физико-химические, математические и иные естественнонаучные понятия и методы, необходимые при решении профессиональных задач
<b>Владеть:</b> навыками различных физико-химических, математических и иных	Полное отсутствие навыков	Отсутствует навыков различных физико-химических, математических	Наличие минимальных навыков различных физико-химических	Посредственное владение навыками различных физико-химических	Достаточное владение навыками различных физико-химических	Хорошее владение навыками различных физико-химических	Всестороннее владение навыками различных физико-химических

естественнонаучных методов при решении профессиональных задач		еских и иных естественнонаучных методов при решении профессиональных задач	математических и иных естественнонаучных методов при решении профессиональных задач	, математических и иных естественнонаучных методов при решении профессиональных задач	математических и иных естественнонаучных методов при решении профессиональных задач	математических и иных естественнонаучных методов при решении профессиональных задач	математических и иных естественнонаучных методов при решении профессиональных задач
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	21 – 49 %	50 – 69 %	70-79 %	80 – 89 %	90 – 99%	100%

## 6.2 Описание шкал оценивания

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

Экзамен проводится в устной форме в виде заданий теоретического курса. Студент должен дать полный и развернутый ответ.

К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие все лабораторные работы на момент сдачи экзамена, имеющие зачтенный преподавателем, ведущим лабораторные занятия.

**Для проведения промежуточного контроля сформированности компетенции используется:** ответ по билету на экзамене.

Оценка	Уровень подготовки
Превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, правильно идентифицировал микропрепарат и дал по нему исчерпывающие объяснения, подтверждая тем самым владение теоретическим материалом. Студент активно работал на лабораторных занятиях, чему подтверждением является высокий средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы*.
Отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, правильно идентифицировал микропрепарат и дал по нему объяснения, подтверждая тем самым владение теоретическим материалом. Студент активно работал на лабораторных занятиях, имеет высокие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы.



Очень хорошо	Хорошая подготовка. Студент дал полный ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил небольшие неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Препарат идентифицирован верно, по нему даны полные объяснения. Студент активно работал на лабораторных занятиях, имеет высокие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы.
Хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дал ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Препарат идентифицирован верно, но объяснения по нему даны неполные. Имеются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на лабораторных занятиях, имеет хорошие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы.
Удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показал минимальный уровень теоретических знаний, сделал существенные ошибки при ответе на экзаменационный вопрос, но при ответах на наводящие вопросы, смог правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Препарат идентифицирован верно, но объяснения по нему не даны. Студент посещал лабораторные занятия, но имеет низкие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы.
Неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дал ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Препарат идентифицирован неверно, объяснения по нему не даны. Студент посещал лабораторные занятия, но имеет очень низкие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы.
Плохо	Студент отказался отвечать на экзаменационный билет.

\*информация предоставляется преподавателем, ведущим лабораторные занятия.

Оформление результатов лабораторных работ проводится в виде отчета.

### 6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- *письменные ответы* на вопросы коллоквиумов;
- *устные ответы на вопросы при фронтальном опросе* на лабораторных занятиях;
- *индивидуальный устный ответ* (допуск к лабораторной работе) по тематике лабораторного занятия;
- *письменный ответ* на экзамене.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- **практические контрольные задания** (ПКЗ), включающие выполнение одной или нескольких задач;
- **выполнение лабораторных работ** по данной дисциплине;
- **оформление отчетов** по темам лабораторных работ.

**6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций**

***Примерный перечень вопросов (устный опрос, коллоквиум) для оценки сформированности знаний компетенций ОПК-5:***

Тема 1.

1. Роль химии в биологии.
2. Простые и сложные вещества. Физические и химические явления.
3. Что такое атом, атомная единица массы, относительная атомная масса, относительная молекулярная масса?
4. Молекулярная и кристаллическая аллотропии.
5. Моль. Молярная масса.

Тема 2.

1. Модели строения атома (Томсона, Резерфорда).
2. Квантованный характер энергетических изменений. Уравнение Планка. Атомные спектры. Спектр атомарного водорода. Уравнение Ридберга.
3. Планетарная модель атома Бора.
4. Корпускулярно-волновой дуализм. Уравнение де Бройля. Принцип неопределенности Гейзенберга.
5. Квантово-механическое представление о строении атома. Волновая функция (понятие). Квантовые числа. Атомные орбитали. Граничные поверхности *s*-, *p*-, *d*-орбиталей.
6. Принципы и последовательность заполнения электронных оболочек: принцип Паули, минимум энергии (правило Клечковского), правило Гунда.
7. Заполнение оболочек у элементов I, II, III, IV периодов.

Тема 3.

1. Открытие периодического закона Д.И.Менделеевым.
2. Структура периодической системы. Причина периодического изменения свойств элементов.
3. Особенности электронного строения атомов элементов главных и побочных подгрупп. *s*-, *p*-, *d*-, *f*-Элементы.
4. Свойства свободных атомов: энергия и потенциал ионизации, сродство к электрону, радиус атома и периодичность их изменений.

Тема 4.

1. Причины образования химической связи.
2. Основные характеристики химической связи: энергия, длина, валентный угол, полярность связи.
3. Эффективный заряд атомов. Дипольный момент связи. Дипольный момент многоатомной молекулы.
4. Электроотрицательность атомов. Изменение величин электроотрицательностей по периодам и группам.
5. Степень окисления элементов. Расчет степени окисления.

Тема 5.

1. Водород. Положение элемента в периодической системе.

2. Физические и химические свойства. Взаимодействие с металлами и неметаллами. Гидриды. Основные и кислотные гидриды. Степень окисления атома. Нахождение в природе.
3. Вода. Роль воды в биологических процессах.
4. Щелочные и щелочноземельные металлы. Физические и химические свойства. Отношение к воде, кислотам, неметаллам. Изменение химической активности в группах.
5. Оксиды и пероксиды металлов. Соли. Хлориды натрия и калия. Карбонаты. Оксид и гидроксид кальция.

#### Тема 6.

1. Кислород. Строение атома и его основные характеристики. Нахождение в природе, физические и химические свойства, получение. Биологическая роль кислорода. Физические свойства кислорода. Химические свойства.
2. Общая характеристика оксидов. Основные, амфотерные, кислотные оксиды. Закономерное изменение свойств в периодах и группах.
3. Надпероксиды и пероксиды металлов. Пероксид водорода. Свойства, поведение в водных растворах. Окислительные и восстановительные свойства. Применение в технике, быту, медицине. Роль пероксида водорода в живых системах.
4. Озон. Строение молекулы. Физические свойства. Образование озона в различных процессах. Защитная роль озона в природе. Окислительная активность озона. Озоныды.
5. Сера. Строение атома, основные характеристики. Распространение в природе. Аллотропные модификации. Физические свойства.

#### Тема 7.

1. Общий обзор *d*-элементов. Особенности строения электронной оболочки.
2. Координационная теория Вернера. Природа сил комплексообразования. Лиганд, комплексообразователь, координационное число. Катионные, анионные, электронейтральные комплексные соединения.
3. Номенклатура комплексных соединений. Факторы, влияющие на свойства комплексных соединений. Лиганды: моно-, би-, полидентантные. Хелатные комплексные соединения.
4. Устойчивость комплексных соединений.
5. Роль комплексных соединений в биологических процессах. Гемоглобин. Хлорофилл. Биометаллы и биолиганды.

#### **Примерный перечень заданий для оценки сформированности знаний компетенций ОПК-5:**

1. Проиллюстрируйте закон кратных отношений на примере четырех выбранных Вами углеводородов
2. Напишите наборы всех четырех квантовых чисел для каждого электрона, которые находятся на 4s атомной орбитали.
3. Чему равны для азота: а) масса одной молекулы; б) относительная молекулярная масса; в) молярная масса? Сколько молекул содержится в одном, четырнадцати и двадцати восьми граммах этого вещества?
4. На каком энергетическом уровне и на какой АО может находиться электрон, для которого  $n = 3$  и  $l = 1$  ? Какова граничная поверхность этой АО?
5. Почему абсолютные массы атомов и молекул очень редко используются в химических расчетах? Что используется в качестве единицы измерения относительных атомных и молекулярных масс? Покажите, что относительная молекулярная масса азота равна молярной массе.

- Сколько узловых поверхностей имеют  $3s$ ,  $2p_x$  и  $3d_{xz}$  атомные орбитали? Какова их форма?
- Определите общее число протонов, электронов и нейтронов в молекуле серной кислоты, содержащей изотоп  $^{34}\text{S}$ .
- Для атома марганца: напишите полную электронную конфигурацию; напишите наборы всех четырех квантовых чисел для каждого валентного электрона.
- На каком основании фосфор и ванадий помещают в одной группе периодической системы? Почему их помещают в разных подгруппах?
- Какую энергию необходимо затратить, чтобы возбудить электрон в атоме водорода, находящийся в основном состоянии (на первом энергетическом уровне), до второго и пятого энергетических уровней?

**Примеры вопросов для собеседования (устный опрос) на лабораторных занятиях для оценки сформированности умений компетенции ОПК-5:**

- Температуры плавления и кипения щелочных металлов изменяются в следующих пределах:

Металл	Li	Na	K	Rb	Cs
$T_m, ^\circ\text{C}$	179	97.8	63.5	39	28.4
$T_b, ^\circ\text{C}$	1340	883	760	696	703

Объясните приведенные закономерности.

- Энергии кристаллических решеток галогенидов натрия соответственно равны:

Галогенид	NaF	NaCl	NaBr	NaI
$E, \text{кДж/моль}$	891.0	753.0	719.5	669.5

Как будет изменяться температура плавления в указанном ряду?

- Предскажите, как будет изменяться температура плавления следующих оксидов, если энергия кристаллической решетки уменьшается в ряду:

Оксид	BeO	MgO	CaO	SiO	BaO
$E, \text{кДж/моль}$	4520	3915	3475	3280	3095

- Объясните увеличение температур кипения и плавления в ряду:  $\text{B}_2\text{H}_6$ ,  $\text{B}_4\text{H}_{10}$ ,  $\text{B}_{10}\text{H}_{14}$ .
- В каком направлении изменятся температуры кипения и плавления в рядах:

$\text{CH}_4$   $\text{SiH}_4$   $\text{GeH}_4$   $\text{SnH}_4$   $\text{PbH}_4$   
 $\text{CF}_4$   $\text{CCl}_4$   $\text{CBr}_4$   $\text{CI}_4$   
 $\text{H}_2\text{O}$   $\text{H}_2\text{S}$   $\text{H}_2\text{Se}$   $\text{H}_2\text{Te}$   
 $\text{HF}$   $\text{HCl}$   $\text{HBr}$   $\text{HI}$   
 $\text{Ar}$   $\text{Kr}$   $\text{Xe}$

- Объясните изменение температур кипения и плавления, приведенных ниже:

Галоген	$\text{F}_2$	$\text{Cl}_2$	$\text{Br}_2$	$\text{I}_2$
$T_m, \text{K}$	40.0	170.0	266.0	386.5
$T_b, \text{K}$	85.0	238.5	332.0	457.5

- Почему температуры кипения и плавления элементов подгруппы меди больше соответствующих величин для щелочных металлов?
- Какова массовая доля раствора, содержащего 280 г воды и 40 г сульфата натрия?
- Как приготовить следующие растворы:
  - 250 г 25% раствора сульфата натрия в воде из безводной соли и из кристаллогидрата с десятью молекулами воды?
  - 500 мл 0.1 М раствора хлорида калия?
  - 1 л 0.1 н. раствора соляной кислоты?
- Предложите как минимум три метода определения плотности жидкости.

**Примеры практических заданий для оценки владений компетенций ОПК-5:**

- Приготовить растворы соли ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) заданных молярных концентраций. Определить плотность каждого раствора пикнометрическим методом. Установить зависимость плотности раствора от концентрации. Зная

экспериментально найденные значения плотности рассчитать массовую долю, молярную концентрацию, титр, мольную долю.

2. Титриметрическим методом установить концентрацию соляной кислоты в растворе.
3. Определить температуру кипения жидкого вещества. По табличным данным установить его природу.
4. Определить температуру плавления твердого вещества. По табличным данным установить его природу.
5. Предложите методику очистки хлорида натрия от примеси хлорида калия.

**Примерный перечень заданий для оценки сформированности знаний и умений компетенции ОПК-5:**

1. В чем заключаются принципиальные различия между моделью атома Бора и квантовомеханической моделью атома?
2. Почему абсолютные массы атомов и молекул очень редко используются в химических расчетах? Что используется в качестве единицы измерения относительных атомных и молекулярных масс? Покажите, что относительная молекулярная масса азота равна молярной массе.
3. Определите энергетический переход электрона атома водорода, соответствующей длине волны  $\lambda = 486$  нм линии в спектре испускания атомарного водорода.
4. При анализе оксида марганца, относящегося к бертоллидам, установлено, что массовая доля марганца составляет 68.2%. Определите формулу этого оксида.
5. Для атома углерода значения последовательных потенциалов ионизации составляют (в вольтах):  $I_1=11.3$ ,  $I_2=24.4$ ,  $I_3=47.9$ ,  $I_4=64.0$ ,  $I_5=392$ . Объясните ход изменения потенциалов ионизации и чем вызван резкий скачок при переходе от  $I_4$  к  $I_5$ .
6. Строение атома иногда сравнивают со строением Солнечной системы: электрон (Земля) вращается вокруг ядра (Солнца). Проанализируйте корректность подобного сравнения.
7. Определите энергетический переход электрона атома водорода, соответствующей длине волны  $\lambda = 434$  нм линии в спектре испускания атомарного водорода.
8. Как изменяются длина связи, порядок связи, энергия диссоциации и магнитные свойства в ряду:  $F_2^- - F_2 - F_2^{+}$ ?
9. Одинакова ли геометрическая конфигурация молекул  $BeCl_2$  и  $SiCl_2$ ? Укажите тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома, оцените дипольный момент молекул и валентные углы.
10. В ряду  $NF - HCl - HBr - HI$  температуры кипения соответственно равны 293, 188, 206 и 238 К. Почему в данном случае при монотонном изменении полярности молекул температура кипения изменяется немонотонно?

**Перечень примерных вопросов для экзамена:**

6. Основные химические понятия: атомная единица массы, относительная атомная масса, относительная молекулярная масса. Чему равны для азота: а) масса одной молекулы; б) относительная молекулярная масса; в) молярная масса? Сколько молекул содержится в четырнадцати граммах этого вещества?
7. Объясните механизм образования молекул  $BeCl_2$  и  $BCl_3$ . Укажите тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома, оцените валентный угол, дипольный момент, полярность молекул.
8. Из раствора комплексной соли  $CoCl_3 \cdot 4NH_3$  нитрат серебра осаждает только 1/3 содержащегося в ней хлора. Напишите координационную формулу соли, назовите ее и охарактеризуйте поведение данного комплексного соединения в растворе.

9. 25%-ный раствор сульфата натрия имеет плотность 1.25 г/мл. Определите мольную долю, титр, молярную, нормальную и моляльную концентрации данного раствора.
10. Сформулируйте принципы и последовательность заполнения атомных орбиталей электронами. Запишите полную электронную конфигурацию элемента с номером 15, а также наборы всех четырех квантовых чисел для каждого валентного электрона этого элемента.
11. Валентность. Количественные оценки валентности. Чему равна валентность азота в азотной кислоте? Натрия в хлориде натрия?
12. Сформулируйте закон кратных отношений и проиллюстрируйте его на примере оксида, пероксида и надпероксида натрия.
13. Дайте определения главной и побочной подгрупп. На каком основании фосфор и ванадий помещают в одной группе периодической системы? Почему их помещают в разных подгруппах?
14. Изобразите электронную конфигурацию ионов  $\text{Li}^+$  и  $\text{H}^-$ . Одинаковы ли размеры ионов? Обоснуйте Ваш ответ.
15. Как изменяются длина связи, порядок связи, энергия диссоциации следующих молекулярных частиц в ряду:  $\text{C}_2^+ - \text{C}_2 - \text{C}_2^-$ . Ответ обосновать. Укажите парамагнитные частицы.

#### 6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

1. Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 29.12.2017 г. № 630-ОД.
2. Положение о фонде оценочных средств, утверждённое приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 г. № 247-ОД.

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

а) основная литература:

1. Слесарев В. И. - Химия: основы химии живого: учеб. для студентов вузов, обучающихся по естественнонауч. направлениям и специальностям. - СПб.: Химиздат, 2015. - 784 с. (97 экземпляров в библиотеке ННГУ).
2. Глинка, Н. Л. Общая химия в 2 т. Том 1: учебник для ака-демического бакалавриата / Н. Л. Глинка; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. — 20-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 353 с. — (Бакалавр. Акаде-мический курс). Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/736D053E-E77C-4726-8CC5-F8E756E674A5>.
3. Глинка, Н. Л. Общая химия в 2 т. Том 2: учебник для академического бакалавриата / Н. Л. Глинка; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. — 20-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 379 с. — (Бакалавр. Академический курс). Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/EBE718FD-189B-494E-A633-DCA7F607FCC9>.
4. Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии: учеб.-практ. пособие / Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. — 14-е изд. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 236 с. — (Бакалавр. Академический курс). Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/42CADAEO-F729-47F0-BD2C-9BF1FA027806>.

б) дополнительная литература:

1. Росин, И. В. Общая и неорганическая химия в 3 т. Т. 1. Общая химия: учебник для академического бакалавриата / И. В. Росин, Л. Д. Томина. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 426 с. — (Бакалавр. Академический курс). Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/20528962-9889-4766-A00D-AAFC77F6C8AF>.
2. Росин, И. В. Общая и неорганическая химия в 3 т. Т. 3. Химия р-элементов: учебник для академического бакалавриата / И. В. Росин, Л. Д. Томина. — М.: Издательство Юрайт,

2017. — 436 с. Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/6828ED4A-9939-432C-9B4D-E160E9348D3A>.

3. Росин, И. В. Общая и неорганическая химия в 3 т. Т. 2. Химия s-, d- и f- элементов: учебник для академического бакалавриата / И. В. Росин, Л. Д. Томина. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 492 с. — (Бакалавр. Академический курс). Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/9A9646C6-801A-4B29-A6A9-242FB884445C>.

4. Ершов, Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов в 2 кн. Книга 1: учебник для вузов / Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд. — 10-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 215 с. — (Бакалавр. Академический курс). Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/71069235-761D-43CB-813C-E3E1FF3E2FA7>.

5. Ершов, Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов в 2 кн. Книга 2: учебник для вузов / Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд. — 10-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 360 с. — (Бакалавр. Академический курс). Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/D1023147-B5F3-4C9F-85FA-1E57F4C31AB7>.

в) Интернет-ресурсы:

Электронные издания и пособия ЭБС «Юрайт»:

<https://biblio-online.ru/book/FA6B1E60-683F-4337-A54B-0F4C13F6998E>

<https://biblio-online.ru/book/438D46F8-02EF-4CC5-8694-EC5F73A46AEA>

<https://biblio-online.ru/book/65691366-A658-420B-A907-94EA957B4018>

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

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (демонстрационное оборудование – проектор, ноутбук, экран). Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Для обучения студентов названной дисциплине имеются в наличии специальный кабинет с необходимым лабораторным оборудованием. Материально-техническое обеспечение лабораторного практикума - лаборатория, оснащенная оборудованием: ротационный испаритель IKA RV05 basic, колбонагреватель ТМ ULAB UT-4110, вакуумно-сушильный шкаф ULAB UT-4630V, магнитная мешалка ULAB US1500D, установка для определения температуры кипения и температуры плавления, аналитические весы Shimadzu, рефрактометр ИРФ-22, вакуумный насос.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по специальности **30.05.02 Медицинская биофизика**.

### **Авторы:**

Заведующий кафедрой высокомолекулярных соединений  
и коллоидной химии химического факультета, д.х.н.

\_\_\_\_\_ Зайцев С.Д.

### **Рецензент:**

Заведующий кафедрой физической химии  
химического факультета, д.х.н.

\_\_\_\_\_ Маркин А.В.

**Заведующий кафедрой** высокомолекулярных соединений

и коллоидной химии химического факультета, д.х.н.

\_\_\_\_\_ Зайцев С.Д.

Программа одобрена на заседании методической комиссии ИББМ от 30 августа 2020 г., протокол № 14.