

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Физический факультет  
Кафедра физики полупроводников электроники и наноэлектроники

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол № 6 от «31» мая 2023 г.

### **Рабочая программа дисциплины**

**Химия**

---

*(наименование дисциплины (модуля))*

Уровень высшего образования  
бакалавриат

Направление подготовки: 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
Направленность (профиль): материалы микро- и наносистемной техники

Форма обучения: очная

Нижний Новгород, 2023 год

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Химия» относится к обязательным дисциплинам формируемой участниками образовательных отношений части основной образовательной программы по направлению подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника».

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

Результатом обучения по дисциплине является знание о фундаментальной взаимосвязи состава, строения и свойств химических соединений и владения навыками объяснения данной связи, а также умения производить физико-химические расчеты параметров технологических процессов, что соответствует формированию профессиональной компетенции (ПК-3) «Готовность применять знания о фундаментальных основах технологических процессов получения материалов нано- и микросистемной техники», индикатором достижения которой является знание фундаментальных основ технологических процессов получения материалов нано- и микросистемной техники.

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**	
ПК-3. Готовность применять знания о фундаментальных основах технологических процессов получения материалов нано- и микросистемной техники	ПК-3.1. <i>Знает фундаментальные основы технологических процессов получения материалов нано- и микросистемной техники.</i> ПК-3.2. <i>Умеет проводить экспериментальные работы по отработке и внедрению новых технологических процессов производства материалов нано- и микросистемной техники и использовать их в производстве</i> ПК-3.2. <i>Владеет опытом разработки методик экспериментальной проверки технологических процессов и исследования параметров наноструктурированных материалов</i>	<i>Уметь определять электронное строение атомов, решать расчетные задачи на определение формул химических соединений, определение и пересчет концентраций растворов, определять влияние на химическое равновесие изменений условий протекания химических процессов, определять направление и скорость протекания реакции</i> <i>Знать основные теории строения атома, значение Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева как основы системы химии</i> <i>Владеть навыками определения геометрии химических частиц, составления уравнений химических реакций</i>	Собеседование, практические задачи

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость	__2_ ЗЕТ
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	65
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	32
-контроль самостоятельной работы	1
самостоятельная работа	7
Промежуточная аттестация –	зачет

#### 3.2. Содержание дисциплины

##### Тема 1. Место химии в системе естественных наук

Химия как наука. Отличия химии от физики. Основные понятия. Формулы веществ и уравнения реакций. Основные расчетные формулы (количество вещества, молярная масса, состав смесей и растворов, расчеты по уравнению реакции).

##### Тема 2. Основы строения вещества

Электронное строение атомов. Химическая связь и геометрия молекул. Элементы квантовой химии. Электроотрицательность. Виды химической связи. Степень окисления. Степень ионности связи. Метод валентных связей и метод Гиллеспи для построения структур молекул. Параметры химической связи: порядок, кратность, энергия. Основные виды межмолекулярных взаимодействий. Координационные соединения. Координационная теория Вернера. Дентантность. Хелатные комплексы. Теория кристаллического поля. Окраска комплексов и их магнитные свойства.

##### Тема 3. Основы физической химии

Химические реакции. Классификация химических реакций. Стехиометрия. Активационный барьер. Термодинамика и кинетика химических реакций. Состояние равновесия и принцип Ле Шателье. Механизм реакции. Закон действующих масс. Электролитическая диссоциация. Показатель кислотности среды. Кислоты и основания по Аррениусу. Буферные растворы. Гидролиз. Окислительно-восстановительные процессы. Подходы к записи уравнений ОВР: метод электронно-ионного баланса, метод полуреакций. Гальванические элементы. Электролиз.

##### Тема 4. Основы неорганической химии

Периодическая система Д.И. Менделеева как основа структуры и системы неорганической химии. Классификация неорганических веществ. Методы получения и свойства основных классов простых неорганических веществ (металлы, неметаллы). Методы получения и

свойства основных классов сложных неорганических веществ (оксиды, кислоты, гидроксиды, соли).

## Тема 5. Основы органической химии

Основы органической химии. Углерод. Гибридизация. Структурные формулы. Электронные эффекты в органических молекулах. Углеводороды (алканы, алкены, алкадиены, алкины, арены). Органические соединения с гетероатомами (альдегиды, кетоны, эфиры, спирты, кислоты, амины). Полифункциональные природные соединения (углеводы, аминокислоты, жиры).

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)			в том числе													
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы									Самостоятельная работа обучающегося, часы				
				из них													
	Очная	Очно-заочная	Заочная	Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Всего				
Очная				Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная
Тема 1. Место химии в системе естественных наук	9			4			4					8			1		
Тема 2. Основы строения вещества.	17			8			8					16			1		
Тема 3. Основы физической химии.	18			8			8					16			2		
Тема 4. Основы неорганической химии	17			8			8					16			1		
Тема 5. Основы органической химии	10			4			4					8			2		
КСР	1																
Итого	72			32			32					64			7		

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

Промежуточная аттестация -зачет.

## 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относятся следующие виды:

- Собеседование
- Проверка домашних заданий

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						
	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, без ошибок.	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 владения материалом.	При решении стандартных задач не продемонстрированы	Имеется минимальный набор	Продemonстрированы базовые навыки	Продemonстрированы базовые навыки	Продemonстрированы навыки при решении	Продemonстрирован творческий подход к решению

	Невозможно оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	базовые навыки.  Имели место грубые ошибки.	навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	нестандартных задач без ошибок и недочетов.	нестандартных задач
--	---	---	---	---	---	---	---------------------

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка	Уровень подготовки
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	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	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

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

### 5.2.1 Контрольные вопросы

вопросы	Код формируемой компетенции
Химия. Отличия химии от других естественно-научных дисциплин.	ПК-3
Базовые понятия химии: атом, химический элемент, молекула, кристалл, атомная	ПК-3

единица массы, моль, нормальные условия, стандартные условия, молярный объем, относительная плотность газов, электроотрицательность.	
Закон сохранения массы.	ПК-3
Закон постоянства состава.	ПК-3
Закон кратных отношений.	ПК-3
Закон простых объемных отношений.	ПК-3
Закон Авогадро.	ПК-3
Объединенный газовый закон Бойля-Мариотта и Гей-Люссака.	ПК-3
Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона-Менделеева).	ПК-3
Теория строения атома Бора-Резерфорда.	ПК-3
Система квантовых чисел.	ПК-3
Правила заполнения электронной оболочки атомов.	ПК-3
Метод валентных связей для описания химической связи	ПК-3
Теория гибридизации для описания химической связи.	ПК-3
Метод отталкивания электронных пар валентной оболочки как подход к описанию геометрии молекул (метод Гиллеспи).	ПК-3
Параметры химической связи и молекул: энергия химической связи, длина химической связи, валентный угол, порядок связи, полярность связи, силовая постоянная связи.	ПК-3
Ориентационное взаимодействие	ПК-3
Индукционное взаимодействие молекул (эффект Дебая)	ПК-3
Дисперсионное взаимодействие молекул (эффект Лондона)	ПК-3
Скорость химической реакции. Закон действия масс.	ПК-3
Факторы, влияющие на скорость химической реакции: природа реагирующих веществ, концентрация, температура, катализаторы.	ПК-3
Теория активированного комплекса. Катализ.	ПК-3
Обратимые и необратимые химические реакции.	ПК-3
Химическое равновесие. Константа равновесия.	ПК-3
Факторы, влияющие на смещение химического равновесия: давление, температура, концентрации. Принцип Ле Шателье.	ПК-3
Закон сохранения энергии. Теплота (энтальпия) образования и теплота (энтальпия) сгорания веществ.	ПК-3
Закон Гесса и его следствия.	ПК-3
Факторы, определяющие направление протекания химической реакции.	ПК-3
Внутренняя энергия. Энтальпия. Энтропия. Функция Гиббса.	ПК-3
Периодический закон Д.И. Менделеева. Изменение свойств простых и сложных веществ в группах и периодах.	ПК-3
Простые вещества. Получение. Химические свойства.	ПК-3
Классификация сложных веществ. Генетическая связь классов сложных веществ.	ПК-3

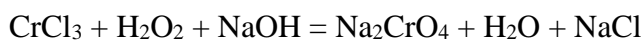
Оксиды. Классификация. Получение и свойства.	ПК-3
Кислоты. Классификация. Получение и свойства.	ПК-3
Гидроксиды. Классификация. Получение и свойства.	ПК-3
Соли. Получение и свойства.	ПК-3
Теория строения молекул органических веществ.	ПК-3
Основные классы органических веществ с гетероатомами	ПК-3
Полифункциональные природные соединения.	ПК-3
Высокомолекулярные соединения.	ПК-3

### 5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-3

1. Для химического элемента U: показать распределение электронов по уровням, показать распределение электронов на орбиталях подуровней, для любого электрона указать полный набор квантовых чисел.

2. С помощью метода Гиллеспи определите конфигурацию, оцените искажение валентных углов и полярность молекулы  $\text{SOCl}_2$

3. Расставить коэффициенты в уравнениях



4. Как изменится константа равновесия реакции и куда сместится равновесие при уменьшении давления в 3 раза?  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$

5. Определить Q реакции  $\text{CH}_3\text{CHO}_{(\text{ж})} + \text{H}_{2(\text{г})} = \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(\text{ж})}$ , если Q сгорания ( $\text{CH}_3\text{CHO}_{(\text{ж})}$ ) = 1193,07 кДж/моль; Q сгорания ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(\text{ж})}$ ) = 1370,68 кДж/моль; Q образования ( $\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$ ) = 285,83 кДж/моль.

6. Записать закон действия масс для реакции  $\text{A} + 3\text{B} + 4\text{C} = 5\text{D} + 2\text{F}$ . Как изменится скорость реакции при уменьшении объема системы в три раза?

7. Сколько атомов урана 238 останется по прошествии 5 периодов полураспада, если изначально было 200 атомов ( $T_{1/2} = 4.5$  млрд лет)

8. Рассчитать энергию связи на нуклон в МэВ для ядра атома урана 238 (масса 238,050787 а.е.м.,  $m_p = 1.6726219 \cdot 10^{-27}$  кг;  $m_n = 1,674927351 \cdot 10^{-27}$  кг;  $m_e = 9.10938356 \cdot 10^{-31}$  кг)

9. Рассчитать pH 3М раствора уксусной кислоты ( $K = 1,74 \cdot 10^{-5}$ )

### 6. 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/obschaya-himiya-v-2-t-tom-1-433857?share\\_image\\_id=#page/1](https://biblio-online.ru/viewer/obschaya-himiya-v-2-t-tom-1-433857?share_image_id=#page/1)

2. Суворов, А. В. Общая и неорганическая химия в 2 т. Том 1 : учебник для СПО / А. В. Суворов, А. Б. Никольский. — 6-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 292 с. — (Серия : Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-02180-6.

Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/viewer/65B7E681-47A6-4304-95E6-9457DD679373#/>

3. 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>

4. 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>

5. Реутов, О.А. Органическая химия [Текст]: В 4 ч.: Ч.: 1: Учебное пособие для вузов / О.А.Реутов, А.Л.Курц, К.П.Бутин - М.: Бином, 2013.- 567 с.

6. Реутов, О.А. Органическая химия [Текст]: В 4 ч.: Ч.: 2: Учебное пособие для вузов / О.А.Реутов, А.Л.Курц, К.П.Бутин - М.: Бином, 2013.- 623 с.

7. Реутов, О.А. Органическая химия [Текст]: В 4 ч.: Ч.: 3: Учебное пособие для вузов / О.А.Реутов, А.Л.Курц, К.П.Бутин - М.: Бином, 2013. - 544 с.

8. Реутов, О.А. Органическая химия [Текст]: В 4 ч.: Ч.: 4: Учебное пособие для вузов / О.А.Реутов, А.Л.Курц, К.П.Бутин - М.: Бином, 2013. - 458 с.

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.

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 сайте издательства «Юрайт» (<http://www.urait.ru/>), доступ к которой предоставлен студентам. Сайт издательства «Юрайт» (<http://www.urait.ru/>) содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован 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**

Лекционная (вместимость 100 человек) и семинарская (вместимость 30 человек) аудитории, оборудованные мультимедийным проектором, ноутбуком и выходом в сеть Интернет, а также доской и мелом (для разбора частных вопросов и детализации теоретических аспектов дисциплины, а также решения практических задач).

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 установленного ННГУ образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника".

Автор (ы)

к.х.н., доцент кафедры медицинской химии химического факультета Буланов Е.Н.

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета ННГУ, протокол б/н от «20» мая 2023 г.