

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 23.06.2022 11:52:19  
Уникальный программный ключ:  
ca953a0120d891083f939673078e921919118e

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский университет дружбы народов»  
Факультет физико-математических и естественных наук**

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ХИМИИ**

---

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МССН для направления подготовки:**

**04.03.01 ХИМИЯ**

---

(код и наименование направления подготовки/специальности)

**Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):**

**ХИМИЯ**

---

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2022 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Основы квантовой химии» является овладение студентами основами современной теоретической химии, ознакомление с квантово-механическими методами описания химических систем (атомов, молекул, кристаллов) и реакций; ознакомление студентов с основами квантовой химии, включающими ее базовый метод – метод молекулярных орбиталей (все самые точные методы расчета электронной и геометрической структуры молекул сегодня базируются именно на этом методе); изучение студентами основ квантовой механики в приложении к решению химических задач, а также теоретических и расчетных методов квантовой химии. Основное внимание уделяется не математическому аппарату, а расшифровке физического смысла понятий квантовой механики и квантовой химии и практическому овладению расчетными методами квантовой химии.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Основы квантовой химии» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций): УК-1, ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1

*Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)*

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие
		УК-1.2. Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи
ОПК-1	Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов, свойств веществ и материалов
		ОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии
ОПК-3	Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	ОПК-3.1. Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности
		ОПК-3.2. Обеспечивает стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности.
ОПК-4	Способен планировать работы химической направленности,	ОПК-4.1. Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности;

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
	обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	<b>ОПК-4.2.</b> Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик; <b>ОПК-4.3.</b> Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.
<b>ПК-1</b>	Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	<b>ПК-1.1.</b> Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования; <b>ПК-1.2.</b> Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности; <b>ПК-1.3.</b> Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Основы квантовой химии» относится к *вариативной* компоненте блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Основы квантовой химии».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики	Последующие дисциплины/модули, практики
<b>УК-1</b>	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	История Философия Математика Физика Информатика Неорганическая химия Аналитическая химия Органическая химия Физическая химия Курсовая работа "Неорганическая химия" Курсовая работа "Аналитическая химия" Курсовая работа "Органическая химия" Химические основы биологических процессов	Строение вещества Коллоидная химия Химические основы биологических процессов Избранные главы химии Экспериментальные методы исследования в химии Физико-химические методы исследований неорганических веществ Стратегия органического синтеза Основы нефтехимии Дисциплины междисциплинарного модуля Учебная практика Преддипломная практика
<b>ОПК-1</b>	Способен анализировать и	Неорганическая химия Аналитическая химия	Строение вещества Коллоидная химия

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики	Последующие дисциплины/модули, практики
	интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	Органическая химия Физическая химия Курсовая работа "Неорганическая химия" Курсовая работа "Аналитическая химия" Курсовая работа "Органическая химия" Компьютерные технологии в химии	Высокомолекулярные соединения Кристаллохимия и основы рентгеноструктурного анализа Хроматография Основы электронной и колебательной спектроскопии Основы ЯМР Основы масс-спектрометрии Химические основы биологических процессов Избранные главы химии Экспериментальные методы исследования в химии Учебная практика Научно-исследовательская работа Преддипломная практика
<b>ОПК-3</b>	Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	Информатика Компьютерные технологии в химии	Кристаллохимия и основы рентгеноструктурного анализа Хроматография Основы электронной и колебательной спектроскопии Основы ЯМР Основы масс-спектрометрии Научно-исследовательская работа Преддипломная практика
<b>ОПК-4</b>	Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	Математика Физика	Строение вещества
<b>ПК-1</b>	Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	Неорганическая химия Аналитическая химия Органическая химия Физическая химия Курсовая работа "Неорганическая химия" Курсовая работа "Аналитическая химия" Курсовая работа "Органическая химия" История химии	Строение вещества Коллоидная химия Высокомолекулярные соединения Основы электронной и колебательной спектроскопии Основы ЯМР Основы масс-спектрометрии Химические основы биологических процессов Избранные главы химии Экспериментальные методы исследования в химии

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики	Последующие дисциплины/модули, практики
			Физико-химические методы исследований неорганических веществ Стратегия органического синтеза Основы нефтехимии Учебная практика Научно-исследовательская работа Преддипломная практика

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Основы квантовой химии» составляет 4 зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНОЙ** формы обучения

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)			
		6			
Контактная работа, ак.ч.	72	72			
в том числе:					
Лекции (ЛК)	36	36			
Лабораторные работы (ЛР)	36	36			
Практические/семинарские занятия (СЗ)	-	-			
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	45	45			
Контроль (экзамен), ак.ч.	27	27			
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	<b>144</b>	<b>144</b>		
	зач.ед.	<b>4</b>	<b>4</b>		

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы
Раздел 1. Введение	Введение в курс «Квантовая механика».	ЛК
Раздел 2. Классическая механика, как основа для изучения квантовой механики	Тема 1.1. Классическая механика, ее основные понятия. Законы Ньютона. Принцип относительности Галилея, системы координат, задача о кинетической энергии двух масс. Вращение твердого тела. Центр инерции механической системы. Жесткий ротатор, моменты инерции, элементы теории групп.	ЛК, ЛР
	Тема 1.2. Принцип наименьшего действия. Функция Лагранжа. Уравнения Лагранжа.	ЛК, ЛР

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы
	Канонические уравнения Гамильтона. Законы сохранения, интегралы движения. Законы сохранения энергии, импульса и момента импульса. Гармонический осциллятор (классическое решение).	
<b>Раздел 2. Квантовая механика</b>	Тема 2.1. Понятие о корпускулярно-волновом дуализме, гипотеза Луи деБройля, опыты Дэвиссона и Джермера. Статистическое толкование волн де Бройля. Понятие измерения по Н. Бору и роль прибора в квантовой механике. Принцип неопределенности В. Гейзенберга, его физический смысл. Принцип дополнительности Н. Бора.	ЛК, ЛР
	Тема 2.2. Волновая функция системы, ее физический смысл. Принцип суперпозиции. Операторы квантовой механики и их основные свойства. Сложение и умножение операторов. Понятие о коммутаторах. Уравнение Шредингера, зависящее от времени. Стационарные состояния и стационарное уравнение Шредингера.	ЛК, ЛР
	Тема 2.3. Момент импульса микрочастицы, коммутационные соотношения для его компонент и квадрата момента импульса. Спин электрона. Собственные значения квадрата оператора спина и их роль в определении качества волновых функций. Схемы сложения моментов Рассел – Саундерса и j-j связи.	ЛК, ЛР
	Тема 2.4. Квантовый осциллятор. Принципиальное отличие от классического гармонического осциллятора, энергия нулевых колебаний. Туннельный эффект, его парадоксальность. Частица в одномерном потенциальном ящике. Движение свободной частицы. Жесткий ротатор. Уравнение Шредингера для атома водорода. Теория возмущений Рэлея – Шредингера.	ЛК, ЛР
<b>Раздел 3. Квантовая химия</b>	Тема 4.1. Приближение Борна-Оппенгеймера. Вариационный метод и вариационный принцип. Одноэлектронное приближение. Волновая функция многоэлектронной системы в одноэлектронном приближении.	ЛК, ЛР
	Тема 4.2. Средняя энергия в одноэлектронном приближении. Уравнения Хартри и Хартри-Фока. Уравнения Хартри-Фока для замкнутых оболочек. Линейный вариационный метод. Уравнения Хартри-Фока-Рутаана.	ЛК, ЛР

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	Комплект специализированной мебели; стационарный мультимедийный проектор, стационарный экран Microsoft Win 10 Домашняя для одного языка, Код продукта № 00327-60000-00000-AA717. Microsoft Office 365 ProPlus Код продукта 00202-50232-17683-AA087
Лаборатория	Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.	Комплект специализированной мебели; специализированное оборудование химической лаборатории, стационарный мультимедийный проектор, стационарный экран
Для самостоятельной работы обучающихся	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	Microsoft Win 10 Домашняя для одного языка, Код продукта № 00327-60000-00000-AA717. Microsoft Office 365 ProPlus Код продукта 00202-50232-17683-AA087

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература:

1. Боженко К.В. Основы квантовой химии: Конспект лекций, часть 1 / - М.: Изд-во РУДН, 2010. 124 с. <http://lib.rudn.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/1633>
2. Гельман Г. Квантовая химия / М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. - 533 с.

### Дополнительная литература:

1. Майер И. Избранные главы квантовой химии: Доказательства теорем и выводы формул Пер. с англ. М.Б. Драховского, А.М. Токмачева; под ред. А.Л. Чугреева /М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. - 384 с.

2. Боженко К.В. Методические указания по изучению курса "Основы квантовой химии": Учебное пособие. Раздел 1: Классическая механика / М.: Изд-во РУДН, 2005. - 22с.

3. Боженко К.В. Методические указания по изучению курса "Основы квантовой химии": Учебное пособие. Раздел 2: Квантовая механика /М.: Изд-во РУДН, 2005. - 22 с.

4. Кукушкин А.К. Задачи по квантовой химии и строению молекул /М.: Изд-во МГУ, 1987. - 154 с.

*Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:*

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН  
<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации  
<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS  
<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

*Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Основы квантовой химии»:

Боженко К.В. Методические указания по изучению курса "Основы квантовой химии": Учебное пособие. Раздел 1: Классическая механика / М.: Изд-во РУДН, 2005. - 22с.

Боженко К.В. Методические указания по изучению курса "Основы квантовой химии": Учебное пособие. Раздел 2: Квантовая механика /М.: Изд-во РУДН, 2005. - 22 с.

2. Практические задания по дисциплине «Основы квантовой химии»

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Основы квантовой химии» представлены на странице дисциплины в ТУИС.

### РАЗРАБОТЧИКИ:

**Профессор кафедры физической  
и коллоидной химии**

Должность, БУП



Подпись

**Боженко К.В.**

Фамилия И.О.

### РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

**Кафедра физической и  
коллоидной химии**

Наименование БУП



Подпись

**ЧЕРЕДНИЧЕНКО А.Г.**

Фамилия И.О.

### РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО ХИМИЯ

**Заведующий кафедрой  
неорганической химии**

Должность, БУП



Подпись

**ХРУСТАЛЕВ В.Н.**

Фамилия И.О.