

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра химии

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.8 Строение вещества»

Уровень высшего образования

СПЕЦИАЛИТЕТ

Специальность

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
(код и наименование специальности)

Аналитическая химия  
(наименование направленности (профиля)/специализации образовательной программы)

Квалификация

Химик. Преподаватель химии

Форма обучения

Очная

Год набора 2019

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра химии

наименование кафедры

протокол № 5 от "14" января 2019 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра химии

наименование кафедры



подпись

Е.В. Сальникова

расшифровка подписи

Исполнители:

Профессор

должность



подпись

О.Н. Каныгина

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по специальности

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

код - наименование

личная подпись



Е.В. Сальникова

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки



личная подпись

Н.Н. Грицай

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета  
химико-биологического

личная подпись



Е.С. Барышева

расшифровка подписи

№ регистрации \_\_\_\_\_

© Каныгина О.Н. 2019

© ОГУ, 2019

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цели** преподавания дисциплины:

- объединение и углубление фундаментальных знаний в области основных законов естествознания, способствующих формированию современного научного мировоззрения;
- раскрытие физического смысла и взаимосвязи основных законов, описывающих строение вещества;
- приобретение обучающимися современных знаний о строении вещества.

**Задачи:** научить

- применять теоретические законы к решению конкретных задач;
- использовать современные математические модели для построения конкретных молекул и интерпретации молекулярного взаимодействия;
- систематизировать научную информацию для визуализации структурных превращений в конденсированных средах;
- ознакомить с современными достижениями нанохимии в создании новых веществ;

Программа дисциплины предусматривает наличие знаний у студентов о теории химических процессов, основных положений неорганической, аналитической и органической химии, основных разделов курса физики и высшей математики.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.16 Физика, Б1.Д.Б.17 Общий физический практикум, Б1.Д.Б.27 Квантовая химия*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.13 Новые материалы в технике, Б2.П.Б.П.1 Технологическая практика, Б2.П.В.П.3 Научно-исследовательская работа, Б2.П.В.П.4 Преддипломная практика*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

| Код и наименование формируемых компетенций                                                                                                                                         | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                      | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК*-1 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках | ПК*-1-В-1 Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий<br>ПК*-1-В-2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов | <b><u>Знать:</u></b><br>- экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения химических задач;<br><b><u>Уметь:</u></b><br>- выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов<br><b><u>Владеть:</u></b> |

| Код и наименование формируемых компетенций                                                                                                           | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                    | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -навыками планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| ПК*-5 Способен осуществлять документальное сопровождение прикладных НИР и НИОКР                                                                      | ПК*-5-В-2 Планирует и осуществляет научную составляющую работ по разработке и внедрению нормативных документов по системам стандартизации, разработки и производству химической продукции                                                                                                                               | <p><b><u>Знать:</u></b><br/>- нормативные документы по системам стандартизации, разработки и производству химической продукции</p> <p><b><u>Уметь:</u></b><br/>- планировать научную составляющую работ по разработке и внедрению нормативных документов;</p> <p><b><u>Владеть:</u></b><br/>- способностью осуществлять документальное сопровождение прикладных НИР и НИОКР</p>                                                                |
| ПК*-6 Способен организовывать работу коллектива по решению задач НИР и НИОКР химической направленности, готовить нормативную и отчетную документацию | <p>ПК*-6-В-1 Планирует и организует работу коллектива в рамках научных и научно-технических проектов</p> <p>ПК*-6-В-2 Осуществляет оперативный контроль за выполнением работ и состоянием рабочих мест</p> <p>ПК*-6-В-3 Анализирует результаты деятельности коллектива и вносит предложения по ее совершенствованию</p> | <p><b><u>Знать:</u></b><br/>-приемы планирования и организации работы коллектива в рамках научных и научно-технических проектов;</p> <p><b><u>Уметь:</u></b><br/>- осуществлять оперативный контроль за выполнением работ и состоянием рабочих мест</p> <p><b><u>Владеть:</u></b><br/>- способностью организовывать работу коллектива по решению задач НИР и НИОКР химической направленности, готовить нормативную и отчетную документацию</p> |

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

| Вид работы                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Трудоемкость, академических часов |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5 семестр                         | всего       |
| <b>Общая трудоёмкость</b>                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>144</b>                        | <b>144</b>  |
| <b>Контактная работа:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>85,5</b>                       | <b>85,5</b> |
| Лекции (Л)                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 34                                | 34          |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                                                                                                                                                                                                                                               | 50                                | 50          |
| Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий                                                                                                                                                                                                                                            | 1                                 | 1           |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,5                               | 0,5         |
| <b>Самостоятельная работа:</b><br>- выполнение курсовой работы (КР);<br>- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;<br>- подготовка к лабораторным занятиям;<br>- подготовка к коллоквиумам;<br>- подготовка к рубежному контролю и т.п.) | <b>58,5</b><br>+                  | <b>58,5</b> |
| <b>Вид итогового контроля (зачет, дифференцированный зачет)</b>                                                                                                                                                                                                                                        | <b>диф. зач.</b>                  |             |

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

| № раздела | Наименование разделов          | Количество часов |                   |    |    |                |
|-----------|--------------------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------|
|           |                                | всего            | аудиторная работа |    |    | внеауд. работа |
|           |                                |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                |
| 1         | Строение молекул               | 44               | 8                 |    | 12 | 24             |
| 2         | Межмолекулярные взаимодействия | 44               | 8                 |    | 12 | 24             |
| 3         | Строение конденсированных фаз  | 44               | 8                 |    | 12 | 24             |
| 4         | Новые структуры                | 48               | 10                |    | 14 | 24             |
|           | Итого:                         | 180              | 34                |    | 50 | 96             |

### 4.2 Содержание разделов дисциплины

#### №1. Строение молекул

Содержание раздела:

Основные положения классической теории химического строения. Строение атома. Структурная формула молекулы: межъядерные расстояния, валентные углы, двугранные и торсионные углы, Стационарное уравнение Шрёдингера для свободной молекулы. Адиабатическое приближение. Квантовые состояния молекулы.

Колебания молекул. Среднеквадратичные смещения атомов (амплитуды колебаний). Вращение молекул как целого. Различные типы молекулярных волчков.

Электронное строение молекул. Молекулярные орбитали. Интерпретация строения молекул основе орбитальных моделей.

Симметрия молекулярных систем. Элементы и операции симметрии ядерной конфигурации молекулы. Симметрия атомных и молекулярных орбиталей. Орбитальные корреляционные диаграммы,

## №2. Межмолекулярные взаимодействия

Содержание раздела:

Электрические и магнитные свойства молекул

Дипольный момент и поляризуемость молекул, магнитный момент и магнитная восприимчивость молекул. Оптические спектры молекул. Вероятности переходов и правила отбора при переходах между различными квантовыми состояниями молекул.

Основные составляющие межмолекулярных взаимодействий. Влияние межмолекулярных взаимодействий на свойства веществ.

Молекулы простых и координационных неорганических соединений.

## № 3. Строение конденсированных фаз

Содержание раздела:

Строение жидкостей и аморфных веществ Структура простых жидкостей. Структура воды и водных растворов. Структура жидких электролитов и неэлектролитов.

Особенности строения поверхности кристаллов и жидкостей. Структура границы раздела конденсированных фаз. Структура адсорбционных слоев. Современные модели эволюции структуры в жидкостях. Коллоидные растворы, микроэмульсии. Мицеллы. Жидкие кристаллы (нематики, смектики, холестерики и др.). Структуры стекол. Особенности строения полимерных фаз. Классы высокомолекулярных соединений. Полиядерные комплексные соединения. Хелаты. Строение органических соединений. Полиэдраны. Металлоцены. Соединения включения (клатраты). Ротаксаны и катенаны. Полимеры и биополимеры. Белки.

Строение кристаллов. Кристаллическая решетка и кристаллическая структура. Реальные кристаллы. Типы дефектов в реальных кристаллах. Симметрия кристаллов. Строение твердых растворов. Атомные, ионные, молекулярные и другие типы кристаллов-цепочечные, слоистые и каркасные структуры. Динамика кристаллической решетки.

## № 4. Новые структуры

Содержание раздела:

Наночастицы и наноструктуры. Фуллерены. Двумерные структуры, структуры поверхностных слоев. Низкоразмерные структуры, методы их исследования. Пористые наноструктуры Элементоорганические соединения. Кластеры.

### 4.3 Лабораторные работы

| 4.3 № ЛР | № раздела | Наименование лабораторных работ                                                                                | Кол-во часов |
|----------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Квантовые числа и их содержание. Строение атома.                                                               | 2            |
| 2,3      |           | Заполнение электронных уровней.                                                                                |              |
| 4-6      |           | Визуализация электронных конфигураций атомов при решении задач на правила Хунда, Клечковского.                 | 4            |
|          |           | Построение корреляционных диаграмм МО для двухатомных гомоядерных и гетероядерных молекул многоатомных молекул | 6            |
| 7-9      | 2         | Определение электрических параметров молекул, поляризации (с элементами визуализации).                         | 6            |
| 10-12    |           | Компьютерная визуализация различных типов межмолекулярных взаимодействий.                                      | 6            |
| 13-15    | 3         | Определение элементов структурной кристаллохимии                                                               | 6            |
| 16-18    |           | Определение элементов симметрии в кристаллах и молекулах                                                       | 6            |
| 19-21    | 4         | Визуализация с помощью структурных формул сложных координационных соединений.                                  | 6            |
| 22-24    |           | Визуализация наноструктур и низкоразмерных систем                                                              | 6            |
| 25       |           | Защита курсовой работы (презентация)                                                                           | 2            |
| 25       |           | Итого:                                                                                                         | 50           |

#### 4.4 Курсовая работа (5 семестр). Примерные темы

1. Структурные модели стекол.
2. Полиморфные модификации углерода
3. Полиморфные превращения в диоксиде циркония
4. Взаимодействие частиц алюмосиликатов с водой.
5. Наночастицы в природе
6. Структура поверхностных слоев в жидкости
7. Тонкие органические пленки
8. Структурная эволюция – от хитина до хитозана
9. Химическая природа цвета минералов
10. Строение неорганических полимеров

#### 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

##### 5.1 Основная литература

1. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия: учеб. для хим. спец. вузов / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко.- 7-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2009. - 528 с.  
ISBN 978-5-06-006161-1.
2. Нанотехнологии. Ударный вводный курс [Текст] : учебное пособие / Р. Х. Мартин-Пальма, А. Лахтакия; пер. с англ.: Е. Г. Заблоцкой, А. В. Заблоцкого.- 2-е изд. - Долгопрудный : Интеллект, 2017. - 208 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-91559-238-3.2.

##### 5.2 Дополнительная литература

3. Экология наноматериалов [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 152200 "Наноинженерия" / А. Ю. Годымчук, Г. Г. Савельев, А. П. Зыкова; под ред. Л. Н. Патрикеева, А. А. Ревинной. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. - 272 с. : ил. - (Нанотехнологии). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-9963-0523-
4. Политика и позиции России в нанотехнологиях: среднесрочный взгляд / Александр Терехов // Экономические стратегии, 2017. - № 7. - С. 132-140. - Библиогр.: с. 140 .
5. Каныгина, О. Н. Кристаллы, кристаллизация [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 04.04.01 Химия / О. Н. Каныгина, Л. Н. Гусловская; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. химии. - Оренбург : ОГУ. - 2018. - 32 с- Загл. с тит. экрана.  
[Электронный источник](#)
6. Бердинский В. Л. Кристаллофизика [Электронный ресурс]: уч. пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 03.04.02 Физика и 04.04.01 Химия / В. Л. Бердинский, О. Н. Каныгина, А. Г. Четверикова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. унт". - Оренбург : ОГУ. - 2016. - ISBN 978-5-7410-1619-0. - 104 с

##### 5.3 Периодические издания

1. Журнал физической химии :журнал.-М.: Академиздатцентр «Наука» РАН, 2018
2. Оптика и спектроскопия : журнал.-М.: Академиздатцентр «Наука» РАН, 2018
3. Журнал неорганической химии: журнал.-М.: Академиздатцентр «Наука» РАН, 2018

## 5.4 Интернет-ресурсы

|                                                                           |                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| <a href="http://mipt.ru/">http://mipt.ru/</a>                             | Сайт Московского физико-технического института                    |
| <a href="http://www.msu.ru">http://www.msu.ru</a>                         | Сайт Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова |
| <a href="http://www.edu.ru/">http://www.edu.ru/</a>                       | Федеральный портал «Российское образование»                       |
| <a href="http://www.orenport.ru/">http://www.orenport.ru/</a>             | Региональный портал образовательного сообщества Оренбуржья        |
| <a href="http://fepo.i-exam.ru/">http://fepo.i-exam.ru/</a>               | Федеральный экзамен в сфере профессионального образования         |
| <a href="http://i-exam.ru/node/">http://i-exam.ru/node/</a>               | Единый портал интернет тестирования в сфере образования           |
| <a href="http://training.i-exam.ru/">http://training.i-exam.ru/</a>       | Интернет - тренажеры в сфере образования                          |
| <a href="https://www.lektorium.tv/mooc">https://www.lektorium.tv/mooc</a> | - «Лекториум»                                                     |
| <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>                 | - ЭБС Университетская библиотека онлайн                           |
| <a href="http://www.physbook.ru/">http://www.physbook.ru/</a>             | - электронные учебники и журналы по химии                         |

## 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система Windows (В рамках лицензионного соглашения OVS-ES обеспечен весь компьютерный парк ОГУ).
2. Пакет настольных приложений Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint) (В рамках лицензионного соглашения OVS-ES обеспечен весь компьютерный парк ОГУ) для подготовки текстовых документов, обработки экспериментальных результатов и демонстрации презентаций.
3. Springer [Электронный ресурс] : база данных научных книг, журналов, справочных материалов / компания Springer Customer Service Center GmbH . – Режим доступа : <https://link.springer.com/>, в локальной сети ОГУ.
4. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система /Разработчик ООО НПП «Гарант- Сервис», 121992 Москва, Воробьевы горы, МГУ, 2019.- Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: [\\files.server 1\garant.exe](https://files.server/1/garant.exe).
5. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс, 2019. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: [\\ files.server 1\ CONSULT\cons.exe](https://files.server/1/CONSULT\cons.exe).
6. Web of Science [Электронный ресурс]: реферативная база данных / компания Clarivate Analytics. – Режим доступа :<http://apps.webofknowledge.com/>, в локальной сети ОГУ.

## 6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения занятий лекционного типа, используется аудитория оснащенная комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специализированные лаборатории, оснащенные оборудованием.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.