

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Лельчицкий Игорь Давыдович  
Должность: и.о. проректора по образовательной деятельности  
Дата подписания: 18.06.2026 16:42:07  
Уникальный программный ключ:  
aa5b5ee17d97a2e4d94e98e995320af94f043ce2

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель ООП  
Феофанова М.А.

"28" мая 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

## Строение вещества

Закреплена за кафедрой: **Физической химии**

Направление подготовки: **04.03.01 Химия**

Направленность (профиль): **Экспертная и медицинская химия**

Квалификация: **Бакалавр**

Форма обучения: **очная**

Семестр: **3**

Программу составил(и):

*д-р хим. наук, проф., Виноградова Марина Геннадьевна*

Тверь, 2026

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели освоения дисциплины (модуля):

Цель: познакомить студента с теоретическими основами учения о строении молекул, макротел и их свойствами.

### Задачи:

- ознакомить с основными теориями в области строения молекул;
- ознакомить с симметрией молекулярных систем;
- научить студентов пользоваться для конкретных целей теми знаниями, которые они приобретают в ходе изучения фундаментальных наук, других общепрофессиональных и специальных дисциплин, умению прослеживать многоуровневую связь различных природных факторов;
- повысить уровень профессиональной компетентности студентов посредством установления системы межпредметных связей содержания курса с содержанием профилирующих дисциплин.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП: Б1.О

### Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Аналитическая химия

Математика

Новые информационные технологии

Неорганическая химия

**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**

Органическая химия

Координационная химия

Физическая химия

Квантовая механика и квантовая химия

Научно-исследовательская работа

Спектрофотометрия

Химическая технология

Кристаллохимия

Физические методы исследования

Химические основы биологических процессов

Коллоидная химия

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Общая трудоемкость</b>	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
<b>в том числе:</b>	
аудиторные занятия	51
самостоятельная работа	37

## 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ОПК-3.1: Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности

Уровень 1 - основные принципы математического моделирования;

- понятие математической модели и основные этапы математического моделирования;
  - устройство приборов и оборудования, используемых в эксперименте.
- Уровень 1
- вывести рабочие расчетные формулы для оценки физико-химических свойств алканов;
  - определять симметрию (в виде точечной группы) любой молекулы и устанавливать (на языке симметрии) ее хиральность;
  - применять полученные знания на практике;
  - применять методы математического моделирования к решению практических задач по химии.
  - определить понятие математической модели и очертить ее характерные особенности;
- Уровень 1
- современными компьютерными технологиями, применяемыми при обработке результатов научных экспериментов и сборе, обработке, хранении и передачи информации при проведении самостоятельных научных исследований;
  - теоретическими основами учения о строении молекул.

ОПК-4.3: Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений

- Уровень 1
- основные законы химии;
  - геометрическую конфигурацию молекул;
  - современные технические средства, технологии и материалы;
  - виды и особенности письменных текстов и устных выступлений;
  - особенности применения научного стиля изложения материала;
  - основы учения о строении молекул.
- Уровень 1
- интерпретировать результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений;
  - применять полученные знания на практике;
  - применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных;
  - формулировать собственную точку зрения при устных выступлениях и дискуссиях на научные темы;
  - подготовить стендовый или устный доклад на конференцию.
- Уровень 1
- основными понятиями фундаментальной и прикладной химии;
  - навыками написания текста по научным и иным темам;
  - навыками подготовки и участия в обсуждении результатов научных исследований.
  - навыками применения методов математического моделирования к решению практических задач по химии;
  - теоретическими основами учения о строении молекул.

## 5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Виды контроля в семестрах:	
зачеты	3

## 6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Язык преподавания: русский.

## 7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занят.	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Семестр / Курс	Часов	Источники	Примечание
------------	-----------------------------	-------------	----------------	-------	-----------	------------

	Раздел 1. Введение					
1.1	Классическая теория строения молекул	Лек	3	2		
1.2	Строение молекул и свойства и веществ	Ср	3	2		
	Раздел 2. Теория химического строения					
2.1	Основные положения теории химического строения. Изомерия	Лек	3	4		
2.2	Внутримолекулярные взаимодействия	Пр	3	1		
2.3	Связь свойств веществ и строением молекул.	Ср	3	4		
	Раздел 3. Физические основы учения о строении молекул					
3.1	Молекула как система материальных точек.	Лек	3	4		
3.2	Молекулярное уравнение Шредингера	Пр	3	1		
3.3	Энергетические состояния молекул	Ср	3	3		
	Раздел 4. Симметрия молекулярных систем					
4.1	Элементы и операции симметрии конечных фигур. Элементы теории групп.	Лек	3	6		
4.2	Группы симметрии	Пр	3	6		
4.3	Систематика квантовых состояний молекул.	Ср	3	2		
	Раздел 5. Геометрия молекул					
5.1	Понятие геометрической конфигурации. Геометрические параметры	Лек	3	4		
5.2	Интерпретация геометрического строения на основе модели ОЭПВО, концепции гибридизации, теории МО ЛКАО.	Пр	3	4		
5.3	Закономерности в геометрической конфигурации.	Ср	3	4		
	Раздел 6. Средние энергетические свойства					
6.1	Энергия и энтальпия образования.	Лек	3	2		
6.2	Энтальпия атомизации и средние энергии связей. Энергии разрыва связей.	Пр	3	1		
6.3	Энтальпия образование и химическое строение.	Ср	3	3		

	Раздел 7. Электрические и магнитные свойства					
7.1	Электрический дипольный момент, его определение.	Лек	3	2		
7.2	Поляризуемость. Эллипсоид поляризуемости, его связь с симметрией молекул.	Пр	3	1		
7.3	Магнитные свойства. Магнитная восприимчивость.	Ср	3	3		
	Раздел 8. Уровни энергии и переходы между ними. Спектры					
8.1	Двухатомная молекула как гармонический осциллятор.	Лек	3	4		
8.2	Двухатомная молекула как жесткий ротатор.	Пр	3	1		
8.3	Магнитные взаимодействия. Эффект Зеемана. Магнитный резонанс: ЭПР и ЯМР.	Ср	3	6		
	Раздел 9. Межмолекулярное взаимодействие					
9.1	Силы межмолекулярного взаимодействия	Лек	3	2		
9.2	Электронное строение ряда молекул и молекулярных ионов.	Пр	3	1		
9.3	Кривая потенциальной энергии взаимодействия двух частиц. Модельные потенциалы.	Ср	3	4		
	Раздел 10. Строение конденсированных фаз					
10.1	Кристаллическая решетка и кристаллическая структура. Симметрия кристаллов.	Лек	3	4		
10.2	Симметрия кристаллов. Внешняя и внутренняя симметрия. Сингонии.	Пр	3	1		
10.3	Аморфные вещества. Типы кристаллов.	Ср	3	6		

### Образовательные технологии

#### Список образовательных технологий

1	Дискуссионные технологии (форум, симпозиум, дебаты, аквариумная дискуссия, панельная дискуссия, круглый стол, фасилитированная и т.д.)
2	Информационные (цифровые) технологии
3	Активное слушание

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

представлены в приложении 1.

## 8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

представлены в приложении 1.

## 8.3. Требования к рейтинг-контролю

представлены в приложении 1. Шкала и критерии выставления оценок описаны в локальной нормативной документации Тверского государственного университета (Положение о рейтинговой системе обучения студентов ТвГУ).

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### 9.3.1 Перечень программного обеспечения

1	Adobe Acrobat Reader
2	Google Chrome
3	Origin 8.1 Sr2
4	HyperChem

#### 9.3.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1	Журналы American Chemical Society (ACS)
2	Виртуальный читальный зал диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ)
3	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (подписка на журналы)
4	ЭБС ТвГУ
5	ЭБС BOOK.ru
6	ЭБС «Лань»
7	ЭБС IPRbooks
8	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
9	ЭБС «ZNANIUM.COM»
10	СПС "ГАРАНТ"

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудит-я	Оборудование
5-310	Проектор Экран Компьютер (монитор, системный блок, клав., мышь) Доска - 1шт. Трибуна -1 шт. Комплект учебной мебели

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планы практических занятий и методические рекомендации по подготовке к ним разработаны в соответствии с программой дисциплины «Строение вещества» и предназначены для проведения практических занятий и для самостоятельной подготовки студентов.

Практические занятия по дисциплине «Строение вещества» являются одной из важнейших форм обучения студентов и проводятся с целью углубления и закрепления знаний, привития навыков поиска, обобщения и изложения материала.

Семинарские занятия могут проводиться следующими методами: «дискуссии», «деловых игр», упражнения и др.

Конкретный метод проведения каждого семинарского занятия накануне определяет преподаватель.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа по дисциплине «Строение вещества» проводится с целью углубления и закрепления, полученных в ходе лекционных занятий знаний и приобретение навыков пользования рекомендованной литературой, навыков научного исследования.

Самостоятельная работа начинается с работы над лекционным материалом. Она включает конспектирование лекций и последующую работу над ними. При конспектировании лекции рекомендуется на каждой странице оставлять поля для последующих записей в дополнение к конспекту.

При работе над текстом лекции студенту следует обратить особое внимание на проблемные вопросы, поставленные преподавателем при чтении лекции, а также на его задание и рекомендации.

Перечень вопросов для самостоятельной работы

1. Введение
  - 1.1. Квантовая теория.
  - 1.2. Строение молекул и свойства и веществ.
2. Теория химического строения
  - 2.1. Химическая топология. Координация атомов.
  - 2.2. Стереохимическая (абсолютная) конфигурация.
  - 2.3. Связь свойств веществ и строением молекул
3. Физические основы учения о строении молекул
  - 3.1. Молекула как система материальных точек.
  - 3.2. Энергия молекулы в классической теории.
  - 3.3. Молекулярное уравнение Шредингера.
4. Симметрия молекулярных систем
  - 4.1. Элементы теории групп.
  - 4.2. Представления групп и характеры.
  - 4.3. Симметрия АО и МО.
5. Геометрия молекул
  - 5.1. Закономерности в геометрической конфигурации.
  - 5.2. Интерпретация геометрического строения на основе теории МО ЛКАО.
6. Средние энергетические свойства
  - 6.1. Энтальпия атомизации и средние энергии связей.
  - 6.2. Энергии разрыва связей.
7. Электрические и магнитные свойства
  - 7.1. Квадрупольный момент и высшие мультиполи.
  - 7.2. Эллипсоид поляризуемости, его связь с симметрией молекул.
8. Уровни энергии и переходы между ними. Спектры
  - 8.1. Функция Морзе.
  - 8.2. Нормальные колебания.
  - 8.3. Эффект Зеемана.
  - 8.4. Магнитный резонанс: ЭПР и ЯМР.
9. Межмолекулярное взаимодействие
  - 9.1. Модельные потенциалы.
10. Строение конденсированных фаз
  - 10.1. Аморфные вещества.
  - 10.2. Симметрия кристаллов.
  - 10.3. Типы кристаллов.

Рекомендации по подготовке к контрольным работам и зачёту

Самостоятельное изучение дисциплины целесообразно начинать, ознакомившись с программой дисциплины и требованиями к минимуму содержания, знаниям и умениям по данной дисциплине. Уяснив общую структуру курса, познакомившись с зачетными вопросами, можно переходить к его поэтапному изучению, привлекая для этого материалы лекций и рекомендованную учебную литературу.

Изучая дисциплину, необходимо добиться полного усвоения ее теоретических основ, научиться применять теоретические знания для решения практических задач. Содержание незнакомых терминов, встретившихся в процессе освоения учебного материала, можно выяснить при помощи справочной литературы. Более сложные вопросы уточняются на консультациях с преподавателем кафедры.

Зачет по дисциплине включает:

- устный ответ на вопросы и выполнение контрольного задания;
- результаты рейтинг-контроля.

При ответе на вопросы следует четко знать определения, дополнять каждый теоретический вопрос соответствующими примерами и графиками.

При оценке устного ответа на вопросы принимается во внимание:

1. полнота, глубина освещения вопроса, аргументированность изложения материала;
2. умение связывать теорию с практикой;
3. культура речи.

В ходе зачета преподаватель имеет право задавать дополнительные вопросы.

## Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем (в строгом соответствии с разделом II РПД)	Вид занятия	Образовательные технологии
1. Введение	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>• информационные (показ презентаций)</li> </ul>
2. Теория химического строения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• решение задач и упражнений</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология модульного и блочно-модульного обучения</li> </ul>
3. Физические основы учения о строении молекул	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• решение задач и упражнений</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология модульного и блочно-модульного обучения</li> </ul>
4. Симметрия молекулярных систем	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• решение задач и упражнений</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология модульного и блочно-модульного обучения</li> </ul>
5. Геометрия молекул	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• решение задач и упражнений</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология модульного и блочно-модульного обучения</li> </ul>
6. Средние энергетические свойства	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• решение задач и упражнений</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология модульного и блочно-модульного обучения</li> </ul>

7. Электрические и магнитные свойства	<ul style="list-style-type: none"> <li>лекция</li> <li>решение задач и упражнений</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>информационные (показ презентаций)</li> <li>технология модульного и блочно-модульного обучения</li> </ul>
8. Уровни энергии и переходы между ними. Спектры	<ul style="list-style-type: none"> <li>лекция</li> <li>решение задач и упражнений</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>информационные (показ презентаций)</li> <li>технология модульного и блочно-модульного обучения</li> </ul>
9. Межмолекулярное взаимодействие	<ul style="list-style-type: none"> <li>лекция</li> <li>решение задач и упражнений</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>информационные (показ презентаций)</li> <li>технология модульного и блочно-модульного обучения</li> </ul>
10. Строение конденсированных фаз	<ul style="list-style-type: none"> <li>лекция</li> <li>решение задач и упражнений</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>информационные (показ презентаций)</li> <li>технология модульного и блочно-модульного обучения</li> </ul>

### Требования к рейтинг-контролю (для зачета)

Модули	Темы	Виды работ	Баллы
<b>3 семестр</b>			
<b>I модуль</b>	введение; теория химического строения; физические основы учения о строении молекул	Контрольная работа №1	25
		Посещаемость и работа на занятии	15
<b>Итого:</b>			<b>40</b>
<b>II модуль</b>	Симметрия молекулярных систем; геометрия молекул; средние энергетические свойства; электрические и магнитные свойства; уровни энергии и переходы между ними. Спектры; межмолекулярное взаимодействие; строение конденсированных фаз	Контрольная работа №2	45
		Посещаемость и работа на занятии	15
<b>Итого:</b>			<b>60</b>
<b>Всего:</b>			<b>100</b>

## Приложение 2

### Оценочные материалы для проведения текущей аттестации Текущий контроль успеваемости

#### 1 модуль

**Контрольная работа №1.** Темы: введение; теория химического строения; физические основы учения о строении молекул

*Пример*

#### Пример построения варианта заданий

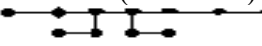
**Задание №1** (4 балла)

Структурные изомеры – это:

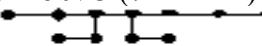
1. Вещества, имеющие одинаковый состав, но разное химическое строение

2. Соединения с одинаковым составом, но разным геометрическим строением
3. Соединения одного и того же класса (алканы, алкены, спирты и т.п.)

**Задание №2 (7 баллов)**

для  построить матрицу A

**Задание №3 (7 баллов)**

для  найти индексы  $p_3$  и  $M_1$ .

**Задание №4 (7 баллов)**

Изобразите изомеры октана (18)

**2 модуль**

**Контрольная работа № 2.** Темы: Симметрия молекулярных систем; геометрия молекул; средние энергетические свойства; электрические и магнитные свойства; уровни энергии и переходы между ними. Спектры; межмолекулярное взаимодействие; строение конденсированных фаз

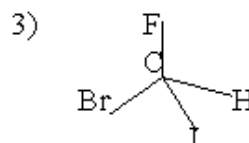
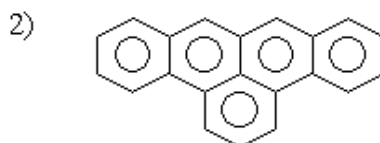
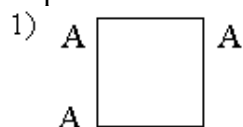
*Пример*

**Задание №1 (4 балла)**

Определите, в каких случаях эллипсоид поляризуемости молекулы представляет собой эллипсоид вращения 1.  $H_2O$ ,  $SF_4$ ,  $CH_2=CH_2$  2.  $BCl_3$ ,  $XeF_4$ ,  $C_6H_6$  (бензол). 3.  $CF_4$ ,  $SF_6$ ,  $C_8H_8$  (кубан).

**Задание №2 (12 баллов)**

Определите точечную группу симметрии данных молекул и фигур. Какие из них являются хиральными?



**Задание №3 (12 баллов)**

Постройте схему МО для  $BH_2$

**Задание №4 (12 баллов)**

Рассчитайте энергетические различия между конформерами н-Гексана (только для ТТТ,  $TGG^{(2)}$ ,  $GTG^{(1)}$ ,  $GTG^{(2)}$ ,  $GGG^{(1)}$ ,  $GGG^{(2)}$ ,  $GGG^{(3)}$ ) если (в кДж/моль)  $\zeta_{cc}^g = 3,6$ ;  $v_{ccr}^{gg} = 12,6$

**5.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации**

Планируемый образовательный результат (компетенция, индикатор)	Типовые контрольные задания и способ проведения промежуточной аттестации <sup>2</sup> (2–3 примера заданий)	Критерии оценивания и шкала оценивания <sup>3</sup>
ОПК-3.1	<p><b>1. Электронорафия это:</b></p> <p>А) взаимодействие инфракрасного излучения с веществом;</p> <p>Б) резонансное поглощение или излучение электромагнитной энергии веществом, содержащим ядра с ненулевым спином во внешнем магнитном поле;</p> <p>В) метод изучения строения вещества, основанный на рассеянии ускоренных электронов на исследуемом образце;</p> <p>2. Подсчитайте число валентных и невалентных взаимодействий в молекулах этана и пропана (в шахматных конформациях).</p>	<p>1. Правильно выбран вариант ответа – 1 балл</p> <p>2. Имеется полное верное решение, включающее правильный ответ – 3 балла; Дано верное решение, но допущены несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла – 2 балла;</p> <p>• Имеется верное решение только части задания – 1 балл.</p>

ОПК-4.3	<b>1. Центра симметрии нет в:</b> А) циклобутане; Б) циклооктане В) аммиаке Г) кубе 2. Запишите схему Татевского для изомерных пентанов	1. Правильно выбран вариант ответа – 1 балл 2. Имеется полное верное решение, включающее правильный ответ – 3 балла; Дано верное решение, но допущены несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла – 2 балла; • Имеется верное решение только части задания – 1 балл.
---------	--	---

**Вопросы для подготовки к зачету по дисциплине  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Строение вещества»**

1. Химическое строение. Структурная изомерия.
2. Симметрия молекул (точечные группы).
3. Хиральность.
4. Стереохимическое строение. Конфигурация и конформация.
5. Координация атомов около центрального атома (иона).
6. Геометрия молекул вида  $AХ_n$  ( $n = 2, 3, 4, \dots 9$ ). Валентные состояния атомов.
7. Конфигурационная (оптическая и геометрическая) изомерия.
8. Конформационная (поворотная) изомерия.
9. Химическая и стереохимическая топология. Катенаны, ротаксаны, узлы. Молекулярный лист Мебиуса.
10. Системы координат, используемые для описания молекулы как связной совокупности атомов: Лабораторная система координат и системы центра масс (невращающаяся и вращающаяся).
11. Энергия молекулы в классической теории строения молекул: кинетическая (поступательная, вращательная, колебательная) и потенциальная.
12. Молекулярное уравнение Шредингера (для изолированной системы) и схема его разделения на отдельные части.
13. Энергетические состояния молекул: электронные, колебательные и вращательные. Характер "движения" ядер и электронов в стационарной квантовой механике молекул.
14. Потенциальная поверхность (кривая) молекулы. Критерий существования химической частицы как единого связного целого.
15. Основные понятия теории групп и теории представлений групп.
16. Теория групп в квантовой химии. Инвариантность гамильтониана. Волновые функции как базис представления группы.
17. Принципы классификации уровней энергии.
18. Симметрия атомных, групповых, молекулярных орбиталей.
19. Схемы образования МО ЛКАО из АО центрального атома и ГО лигандов.
20. Электронное строение типичных представителей неорганических, органических, элементоорганических и координационных соединений.
21. Энергия и Энтальпия образования молекулы. Связь со строением молекул.
22. Энергия связей и энергия разрыва связей.
23. Электрический дипольный момент. Полярные и неполярные молекулы.
24. Поляризуемость молекулы. Эллипсоид поляризуемости.
25. Магнитные моменты атомов и молекул.
26. Магнитная восприимчивость. Эллипсоид магнитной восприимчивости.
27. Двухатомная молекула как жесткий ротатор. Вращательные спектры.
28. Двухатомная молекула как гармонический осциллятор. Колебательно-вращательные спектры.
29. Электронные состояния молекул. Электронные спектры двухатомных молекул.
30. Спектры многоатомных молекул (общая характеристика).
31. Эффект Зеемана.
32. Спектры ЭПР и ЯМР.
33. Межмолекулярное взаимодействие (основные составляющие).

34. Строение конденсированных фаз. Жидкости и аморфные вещества. Мезофазы.  
35. Кристаллы.

### Шкала оценивания выполнения индикаторов:

Индикатор считается выполненным, если либо во время текущей, либо промежуточной аттестации студент набрал как минимум пороговое количество баллов за те виды активности, которые отвечают за данный индикатор.

№	Индикатор	Текущая аттестация	
		Порог	Максимум
1	ОПК-3.1 ОПК-4.3	20	100

## Приложение 3

### Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### 6.1. Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела : учебное пособие для вузов / В. Г. Цирельсон. — 5-е изд., электрон. — М. : Лаборатория знаний, 2021 — 522 с. — (Учебник для высшей школы). — Режим доступа: [https://www.litres.ru/get\\_pdf\\_trial/6647658.pdf](https://www.litres.ru/get_pdf_trial/6647658.pdf)
2. Физическая химия. Химическая термодинамика и равновесие с квантово-химическими примерами [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по программам высшего образования по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, и по направлению подготовки 04.03.01 Химия / С. А. Пешков, П. А. Пономарева; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2020. — 103 с- Режим доступа: [http://elib.osu.ru/bitstream/123456789/14206/1/136357\\_20210118.pdf?ysclid=lna3iy6ap5555363383](http://elib.osu.ru/bitstream/123456789/14206/1/136357_20210118.pdf?ysclid=lna3iy6ap5555363383)
3. Кристаллография: зарождение, рост и морфология кристаллов : учебное пособие для вузов / Н. И. Леонюк, Е. В. Копорулина, Е. А. Волкова, В. В. Мальцев. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 152 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04738-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/514543-> — Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

4. Игнатов С.К. Квантовохимическое моделирование атомно-молекулярных процессов. Учебное пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского, 2019. – 94 с. – Режим доступа: <http://www.qchem.unn.ru/files/2020/02/IgnatovSK-QCmodeling2019.pdf>
5. Кристаллография и минералогия [Текст]: учебное пособие / КХ.Адилханов, Н.Ш.Туляганова. - Ташкент: Издательство-полиграфическое объединение «Международной исламской академии Узбекистана», 2020. -224 стр.– Режим доступа: <https://e-library.namdu.uz/22%20%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0-%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F%20%D0%B8%20%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F.%D0%90%D0%B4%D0%B8%D0%BB%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%9A.%D0%A5.%20%D0%A2%D1%83%D0%BB%D1%8F%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%9D.%D0%A8..pdf222.pdf>

**9. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины (или модуля)**

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.	Раздел V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Дополнен список основной и дополнительной литературы	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета
2.	Раздел IV Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации	Разработаны фонды оценочных средств по каждой компетенции	Протокол №1 от 31.08.22г. заседания ученого совета химико-технологического факультета