

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Строение вещества

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Физическая химия

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Чмутова Г.А. (кафедра органической и медицинской химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Galina.Tschmutowa@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен анализировать и интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности;
ОПК-4	Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач:

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные принципы строения химических частиц, важнейшие характеристики химической, электронной и пространственной структуры устойчивых соединений и интермедиатов в химических реакциях различных типов, природу межмолекулярных взаимодействий.

Должен уметь:

выявлять основные принципы строения химических частиц, связь между разными аспектами химической, электронной и пространственной структуры соединений;

ориентироваться в особенностях химического поведения различных типов и классов химических соединений, обусловленных их строением.

Должен владеть:

навыками анализа и установления характера структуры на основе совокупности данных о физических и химических свойствах вещества, полученных экспериментальными и теоретическими методами.

Должен демонстрировать способность и готовность:

уметь использовать свои знания на практике

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.15 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия (Физическая химия)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 73 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 8 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 27 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Исторический аспект. Основы современной теории химического строения.	7	2	0	0	0
2.	Тема 2. Явление изомерии. Основные понятия, термины, определения. Структурная изомерия.	7	2	2	0	0
3.	Тема 3. Пространственная структура соединений.	7	4	4	0	0
4.	Тема 4. Электронная структура соединений.	7	4	4	0	0
5.	Тема 5. Геометрия молекул. Связь пространственной структуры и геометрии молекул с электронным строением.	7	2	4	0	4
6.	Тема 6. Пространственная и электронная структура "неклассических" структур и интермедиатов.	7	2	2	0	0
7.	Тема 7. Межмолекулярные взаимодействия.	7	2	2	0	0
8.	Тема 8. Энергетические характеристики веществ и составляющих их химических частиц.	7	2	2	0	0
9.	Тема 9. Оптические свойства молекул.	7	2	2	0	0
10.	Тема 10. Колебательные спектры, связь со структурой.	7	2	2	0	0
11.	Тема 11. Электронные спектры, связь со структурой.	7	2	2	0	0
12.	Тема 12. Электрические свойства вещества и строение его молекул.	7	2	2	0	0
13.	Тема 13. Магнитные свойства вещества и строение химических частиц.	7	4	4	0	0
14.	Тема 14. Строение и реакционная способность химических соединений.	7	4	4	0	4
	Итого		36	36	0	8

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

###### Тема 1. Исторический аспект. Основы современной теории химического строения.

Современные представления о веществе /макротеле/ как совокупности большого числа химических частиц - молекул, атомов, радикалов и т.п. Различные уровни организации вещества /субатомный, атомный, молекулярный, надмолекулярный/ и агрегатные состояния /газообразное, жидкое, твердое/ в их связи с внутри- и межмолекулярными взаимодействиями.

Развитие представлений о строении молекул и вещества в рамках разных теорий /классической теории химического строения, классической физики, квантовой механики и квантовой химии/, разные "языки" и символика, их значимость и пригодность для описания строения молекул на современном этапе развития химии.

###### Тема 2. Явление изомерии. Основные понятия, термины, определения. Структурная изомерия.

Понятия "структура", "строение", "конституция", "геометрия", "топология". Общность принципов строения для различных видов химических частиц.

Первичная структура (конституция) как "определенная последовательность химических связей атомов". Различные виды структурной изомерии: изомерия скелета; изомерия положения заместителей, кратных связей и т.п.; изомерия, связанная с разной природой функциональных групп; внутри- и внешнесферная /ионизационная/ изомерия и т.п. Таутомерия как динамическая изомерия.

Методы установления структуры молекул - физические и химические

### **Тема 3. Пространственная структура соединений.**

Развитие стереохимических представлений. Форма молекул, их симметрия. Жесткие (?псевдожесткие?) и лабильные структуры.

Пространственная структура молекул как совокупность "ЗК" (конституция, конфигурация, конформация). Геометрическая, оптическая, конформационная изомерия. Понятие об абсолютной и относительной конфигурации, энантиомерии и диастереомерии, рацемических модификациях и мезоформах. Конформации и конформеры, потенциальные кривые внутреннего вращения, двугранные углы, барьеры вращения, разница в энергиях между конформерами (конформационная энергия), эффективные конформации. Критерии изомерии. Номенклатура. Физические свойства и химическое поведение разных стереоизомеров.

### **Тема 4. Электронная структура соединений.**

Природа химической связи, "зарядовое распределение" как результат взаимного влияния атомов в химических частицах друг на друга, молекулярно-орбитальная структура.

Классификация химических связей с точки зрения характера электронных взаимодействий: двухэлектронные двухцентровые (локализованные) и многоцентровые (делокализованные) связи. Координационная связь. Характерные особенности разных типов химической связи.

"Зарядовое" распределение. Квантовохимические представления об электронных заселенностях атомов и связей, эффективных зарядах на атомах (сигма-, пи-, суммарных), порядках связей и т.п. Диаграммы распределения электронной плотности.

Молекулярно-орбитальная структура химических соединений. Основные правила формирования МО. Граничные орбитали важнейших типов органических, неорганических, элементоорганических, координационных соединений. Экспериментальные и расчетные значения орбитальных энергий.

Принципы изоэлектронности и изолобальности.

### **Тема 5. Геометрия молекул. Связь пространственной структуры и геометрии молекул с электронным строением.**

Силовое поле молекулы. Межъядерные расстояния, валентные и двугранные углы. Тенденции в изменениях валентных углов и межъядерных расстояний в простых изоструктурных молекулах. Приближенные оценки межъядерных расстояний на основе значений ковалентных и ван-дер-ваальсовых радиусов атомов и групп. Точные значения длин связей и понятие о  $r_e$ ,  $r_0$ ,  $r_z$  и т.п. структурах. Трансферабельность (переносимость) структурных параметров. Форма простых и сложных молекул, симметрия. Концепция отталкивания валентных электронных пар и форма простых молекул. Диаграммы Уолша. Стереопределяющая роль граничных орбиталей.

### **Тема 6. Пространственная и электронная структура "неклассических" структур и интермедиатов.**

Структура интермедиатов (неустойчивых молекул, ионов, радикалов, ион-радикалов и т.п.), возможности их экспериментального обнаружения и теоретического расчета. Взаимосвязь электронной и пространственной структур интермедиатов. Форма химических частиц. Особенности их участия в разных типах химических реакций.

### **Тема 7. Межмолекулярные взаимодействия.**

Общность физической природы "внутримолекулярных" и "межмолекулярных" взаимодействий и законов, лежащих в основе этих взаимодействий.

Универсальные межмолекулярные взаимодействия: ориентационные, индукционные, дисперсионные. Силы Ван-дер-Ваальса. Потенциал Леннарда-Джонса.

Специфические межмолекулярные взаимодействия. Комплексы с водородной связью (Н-комплексы) и с переносом заряда (КПЗ), природа взаимодействий, прочность комплексов. Концепция ЖМКО.

Агрегатные состояния вещества. Сольватационные эффекты, прогнозирование влияния среды на устойчивость химических частиц, физические и химические свойства веществ.

### **Тема 8. Энергетические характеристики веществ и составляющих их химических частиц.**

Полная энергия молекулы как сумма кинетической энергии (поступательного движения и вращения молекулы как целого) и потенциальной энергии, т.е. энергии внутримолекулярных взаимодействий (электронной, колебательной, внутреннего вращения, ядерно-спиновых, электронно-спиновых и т.д.) при описании молекул в рамках классической физики. Вклады составляющих в полную энергию молекулы.

Разбиение энергии молекулы как системы из ядер и электронов в рамках квантовохимического описания молекул на: кинетическую энергию ядер, кинетическую энергию электронов, потенциальную энергию электростатического отталкивания ядер и межэлектронного отталкивания, потенциальную энергию притяжения электронов к ядрам.

Энергия (энтальпия) образования молекул из простых веществ. Энергия образования молекулы из атомов как сумма энергий, сопоставляемых отдельным связям. Средняя энергия связи, энергия диссоциации связи. Закономерности в изменениях энергии связей.

### **Тема 9. Оптические свойства молекул.**

Взаимодействие вещества с излучением. Происхождение оптического молекулярного спектра и отдельные области последнего. Законы переходов между отдельными энергетическими уровнями, правила отбора по энергии и интенсивности, структура спектров. Связь спектральных характеристик со строением молекул (общий обзор).

### **Тема 10. Колебательные спектры, связь со структурой.**

Колебательные состояния и колебательные спектры. Колебания двухатомной молекулы в приближении гармонического осциллятора. Потенциал Морзе. Колебания многоатомных молекул - валентные, деформационные. Нормальные колебания. Характеристичность колебаний, групповые колебания.

Инфракрасная спектроскопия поглощения. Правила отбора (положение полос и их интенсивность). Расшифровка ИК-спектров по методу характеристических частот. Применение ИК-спектроскопии в структурных исследованиях (идентификация функциональных групп и отдельных структурных фрагментов, качественный и количественный анализ многокомпонентных смесей, характер и степень координации лигандов в устойчивых комплексах, конформационный анализ, изучение межмолекулярных взаимодействий и т.д.).

### **Тема 11. Электронные спектры, связь со структурой.**

Электронные состояния и электронные волновые функции молекул, их классификация, свойства симметрии. Типы переходов между электронными состояниями (молекулярными орбиталями), их энергия и вероятность. Связь характеристик электронных спектров со строением молекул. Проявление в спектрах природы сопряженных фрагментов, эффектов внутримолекулярных электронных взаимодействий, пространственных эффектов, качественный и количественный анализ многокомпонентных систем. Исследование межмолекулярных взаимодействий (водородная связь, кислотно-основное равновесие, таутомерия, комплексы с переносом заряда).

### **Тема 12. Электрические свойства вещества и строение его молекул.**

Электрический дипольный момент. Полярные и неполярные вещества. Деформация молекул во внешнем электрическом поле. Индуцированный момент и поляризуемость молекулы. Анизотропия поляризуемости, средняя поляризуемость. Эллипсоид поляризуемости.

Связь молекулярных постоянных (дипольного момента и поляризуемости) с макроскопическими характеристиками веществ ( диэлектрической проницаемостью и показателем преломления). Уравнение Клазиуса-Моссотти-Дебая.

Эффект Штарка и оценка величины и направления дипольного момента молекулы на основании данных микроволновой спектроскопии.

Векторная аддитивная схема расчета дипольных моментов на основе парциальных моментов связей и структурных групп.

Дипольный момент и симметрия молекулы. Дипольный момент и изомерия (геометрическая, изомерия положения, поворотная изомерия). Дипольный момент и электронные эффекты заместителей. Дипольный момент и межмолекулярные взаимодействия.

### **Тема 13. Магнитные свойства вещества и строение химических частиц.**

Состояние химических частиц в магнитном поле. Диамагнитные и парамагнитные вещества. Магнитная поляризация. Связь макроскопической характеристики вещества - магнитной проницаемости - с магнитными свойствами ядер и электронов.

Магнитные моменты ядер и электронов. Зеемановские уровни энергии. Условия ядерного магнитного и электронного парамагнитного (спинового) резонанса. Химический сдвиг (ЯМР), его интерпретация и значение с точки зрения получения структурных данных. Эффекты ближнего и дальнего экранирования. Спин-спиновое взаимодействие и тонкая структура спектров ядерного магнитного резонанса. Интенсивности сигналов. Связь параметров ЯМР-спектров с особенностями электронной и пространственной структуры молекул.

### **Тема 14. Строение и реакционная способность химических соединений.**

Приближения изолированной молекулы и активного комплекса как подходы к характеристике реакционной способности вещества на основе знания строения молекул, возможных интермедиатов и активных комплексов. Прогнозирование типа реакции, направления и легкости ее протекания, наиболее вероятного механизма, хемо-, регио- и стереонаправленности и т.п. на основании "зарядового распределения", энергии, симметрии и состава граничных молекулярных орбиталей, стереохимических особенностей строения и т.д. Прогнозирование влияния среды. Связь структурных параметров с характеристиками биологической активности молекул.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Dr. Richard F.W. Bader. An Introduction to the Electronic Structure of Atoms and Molecules. - :

<http://www.chemistry.mcmaster.ca/esam/intro.html#Top>

Введение в стереохимию. Материалы Химического факультета МГУ, 2012. -

<http://www.chem.msu.su/rus/teaching/djadchenko/1.html#1>

Сетевой УМК, Общая химия, Братский госуниверситет - [http://chem-bsu.narod.ru/umk\\_chem\\_webCD/Ch2/index1.htm](http://chem-bsu.narod.ru/umk_chem_webCD/Ch2/index1.htm)

Сtereохимия - <http://ru.wikipedia.org/wiki>

Химическая связь - <http://ru.wikipedia.org/wiki/>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Основной теоретический материал предмета дается в часы лекционных занятий. На лекциях преподаватель систематически и последовательно раскрывает содержание научной дисциплины, вводит в круг научных интересов, ставит вопросы для исследования. Нельзя ограничиться регулярным посещением только лекций, так как центр тяжести в усвоении знаний, в формировании умений и навыков лежит в последующей самостоятельной работе. Студенты должны постоянно готовиться к лекциям. В этой работе могут помочь учебники, список которых преподаватель называет на первых занятиях. Помимо рекомендуемой литературы, лектор дает программу дисциплины, в которой изложены основные разделы и вопросы для контроля знаний.</p> <p>Лекция закладывает основы научных знаний, знакомит с основными современными научно-теоретическими положениями, с методологией данной науки. На лекции осуществляется общение студенческой аудитории с высококвалифицированными лекторами, учеными, педагогами, специалистами в определенной отрасли науки. Лекция вызывает эмоциональный отклик слушателей, развивает интерес и любовь к будущей профессии. Лектор использует на лекциях не только материал учебников, но и привлекает много дополнительных сведений, изложенных в научных работах (монографиях или статьях) или в его собственных исследовательских трудах. Студент не в состоянии глубоко осмыслить весь представленный в лекциях материал, не посещая лекционных занятий. Поэтому важно не пропускать лекции, готовиться к ним (заранее посмотреть тему лекции, почитать учебники, отметить для себя ключевые моменты, составить вопросы лектору) и напряженно, активно работать в течение всего учебного занятия. Старайтесь не опаздывать на лекцию: в первые минуты занятий объявляется тема, план лекции. Чтобы легче запомнить излагаемый материал, необходимо его понять, разобраться в системе научных понятий, которую дает лектор. Пути изложения лекции могут быть различными. Иногда преподаватель выбирает индуктивный путь, т.е. вначале излагает конкретные факты, обобщает их, раскрывает сущность понятия, дает его определение. Другой путь образования понятий - дедуктивный: лектор вначале определяет научное понятие, а потом дает объяснения, приводит конкретный фактический материал. Если уловить путь изложения материала, то становится легче понять мысль преподавателя и проникнуть в содержание лекции. Обращайте внимание на определение понятий.</p> <p>Рекомендуется для их усвоения составлять глоссарий (словарь). Во время слушания лекций должна быть психологическая установка на запоминание основных идей лекции. Слушание лекций - это сложный психологический процесс, в который вовлечена вся личность слушающего: его сознание, воля, память, эмоции. Это не пассивное состояние человека, а напротив, состояние активной, напряженной деятельности.</p> <p>Слушание учебной лекции - это необходимое, но не достаточное условие сознательного и прочного усвоения знаний. Лекцию необходимо записать - только тогда лекция станет источником для дальнейшей самостоятельной работы. Конспектирование лекции - это сложное дело, требующее умений и опыта. Некоторые стараются записать лекцию полностью, слово в слово, не вдумываясь в содержание материала, опираясь только на свою память. Сплошная запись возможна только в том случае, если преподаватель диктует лекционный материал. Но диктовка делает изложение однообразным и утомительным, и методика высшей школы не рекомендует такой способ изложения. Стремление записать лекцию слово в слово отвлекает слушателя от обдумывания лекционного материала. Недаром студенты говорят, что трудно совместить и запись, и обдумывание.</p> <p>Если лекцию записывать очень коротко, отдельными штрихами, то записи не могут быть материалом для повторения. В излишне краткой записи трудно разобраться уже некоторое время спустя. Для записи возьмите общую тетрадь и сделайте поля для различных заметок во время записи: например, знак восклицания (отметка особо важных моментов), знак вопроса (что-то не поняли и к данному положению надо вернуться).</p>



Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	<p>Практическая работа проводится после лекций, и носят разъясняющий, обобщающий и закрепляющий характер. В ходе практических работ студенты воспринимают и осмысливают новый учебный материал. Практические занятия носят систематический характер, регулярно следуя за каждой лекцией или двумя-тремя лекциями. Практические работы выполняются согласно графику учебного процесса и самостоятельной работы студентов по дисциплинам. При этом соблюдается принцип индивидуального выполнения работ. Каждый студент ведет рабочую тетрадь, оформление которой должно отвечать требованиям, основные из которых следующие: - на титульном листе указывают предмет, курс, группу, подгруппу, фамилию, имя, отчество студента; каждую работу нумеруют в соответствии с методическими указаниями, указывают дату выполнения работы; - полностью записывают название работы, цель и принцип метода, кратко характеризуют ход эксперимента и объект исследования; - при необходимости приводят рисунок установки; результаты опытов фиксируют в виде рисунков с обязательными подписями к ним, а также таблицы или описывают словесно (характер оформления работы обычно указан в методических указаниях к самостоятельным работам); - в конце каждой работы делают вывод или заключение, которые обсуждаются при подведении итогов занятия. Все первичные записи необходимо делать в тетради по ходу эксперимента. Проведение практических работ включает в себя следующие этапы: - постановку темы занятий и определение задач лабораторно-практической работы; - определение порядка лабораторно-практической работы или отдельных ее этапов; - непосредственное выполнение практической работы студентами и контроль за ходом занятий и соблюдением техники безопасности; - подведение итогов практической работы и формулирование основных выводов.</p>
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа при изучении дисциплин включает: - чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; - знакомство с Интернет-источниками; - подготовку к различным формам контроля (тесты, контрольные работы, коллоквиумы); - подготовку и написание рефератов; - выполнение контрольных работ; - подготовку ответов на вопросы по различным темам дисциплины в той последовательности, в какой они представлены. Планирование времени, необходимого на изучение дисциплин, студентам лучше всего осуществлять весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение материала. При изучении дисциплины сначала необходимо по каждой теме прочитать рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. Для расширения знания по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы; проводить поиски в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем. При подготовке к контрольной работе необходимо прочитать соответствующие страницы основного учебника. Желательно также чтение дополнительной литературы.</p>
экзамен	<p>Рекомендуется внимательно изучить конспекты лекций, дополнительную информацию можно получить из рекомендованных интернет-ресурсов и учебных пособий. На экзамене необходимо отвечать точно, ясно и по вопросу. Помните, что время ответа ограничено. При возникновении любых неясностей в процессе подготовки к ответу следует обращаться с вопросами только к преподавателю.</p>

#### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по специальности: 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации "Физическая химия".

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химияСпециализация: Физическая химияКвалификация выпускника: Химик. Преподаватель химииФорма обучения: очноеЯзык обучения: русскийГод начала обучения по образовательной программе: 2020**Основная литература:**

1. Реутов, О. А. Органическая химия : учебник : в 4 частях / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. - 7-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, [б. г.]. - Часть 1 - 2017. - 570 с. - ISBN 978-5-00101-506-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/94167> (дата обращения: 27.02.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Реутов, О. А. Органическая химия : учебник : в 4 частях / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. - 7-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, [б. г.]. - Часть 2 - 2017. - 626 с. - ISBN 978-5-00101-507-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/94168> (дата обращения: 27.02.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Реутов, О. А. Органическая химия : учебник : в 4 частях / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. - 6-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, [б. г.]. - Часть 3 - 2017. - 547 с. - ISBN 978-5-00101-508-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/94166> (дата обращения: 27.02.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Реутов, О. А. Органическая химия : учебник : в 4 частях / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, [б. г.]. - Часть 4 - 2016. - 729 с. - ISBN 978-5-00101-410-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/84139> (дата обращения: 27.02.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Чмутова, Г. А. Учебно-методическое пособие по курсу 'Строение вещества' / Г. А. Чмутова, А. Р. Курбангалиева, М. А. Казымова ; Казан. гос. ун-т, Хим. ин-т им. А. М. Бутлерова. - Казань : Казанский государственный университет, 2009. ; Ч. 1. - 2009. - 35 с. - Текст : электронный. - URL: [http://kpfu.ru/docs/F1271711730/Structure\\_substance\\_2009.pdf](http://kpfu.ru/docs/F1271711730/Structure_substance_2009.pdf) (дата обращения: 27.02.2020).
6. Сироткин, О. С. Эволюция теории химического строения вещества А.М. Бутлерова в унитарную теорию строения химических соединений (основы единой химии). / О.С. Сироткин. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2013 - 247с. (Научная мысль). ISBN 978-5-16-009053-5. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/420415> (дата обращения: 27.02.2020). - Режим доступа : по подписке.

**Дополнительная литература:**

1. Цирельсон, В. Г. Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела : учебное пособие / В. Г. Цирельсон. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 522 с. - ISBN 978-5-00101-502-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/94104> (дата обращения: 27.02.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Кочелаев, Б.И. Квантовая теория: конспект лекций / Б. И. Кочелаев; Казан. гос. ун-т, Физ. фак.-Казань: Казанский государственный университет, 2009.; Ч. 1. - 99 с.
3. Чмутова, Г.А. Аспекты связи 'Строение - реакционная способность': учебное пособие / Г. А. Чмутова; Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Хим. ин-т.-Казань: [Казанский (Приволжский) федеральный университет], 2010. - 93 с.
4. Чмутова, Г.А. Учебно-методическое пособие по курсу 'Строение вещества' / Г. А. Чмутова, А. Р. Курбангалиева, М. А. Казымова ; Казан. гос. ун-т, Хим. ин-т им. А. М. Бутлерова. - Казань : Казанский государственный университет, Ч. 1, 2009. - 35 с.
5. Якимова Л.С. Метод УФ-спектроскопии и его применение в органической и физической химии: учебно-методическое пособие / Л. С. Якимова ; Казан. федер. ун-т, Хим. ин-т им. А. М. Бутлерова, Каф. орган. химии - Электронные данные (1 файл: 0,67 Мб) . - (Казань : Казанский федеральный университет, 2015). - 19 с. - Загл. с экрана. - Для 2-го семестра. - Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань, 2015. - Текст : электронный. - URL: [http://libweb.kpfu.ru/ebooks/07-ICH/07\\_54\\_000903.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/07-ICH/07_54_000903.pdf) (дата обращения: 27.02.2020).

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Физическая химия

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" 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, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.