

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. Гаюровский



01 » июня 2021 г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Супрамолекулярная химия

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

## 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): заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Стойков И.И. (кафедра органической и медицинской химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Ivan.Stoikov@mail.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
ПК-1	Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

предмет супрамолекулярной химии;

о супермолекуле, супрамолекулярных ассоциатах, молекулярном распознавании;

современные концепции теоретической супрамолекулярной химии, в том числе концепции молекулярного распознавания, самопроцессов, процессов адаптации и эволюции супрамолекулярных систем;

принципы конструирования синтетических рецепторов ("хозяев", супрамолекулярных рецепторов, переносчиков, катализаторов);

классификацию синтетических рецепторов (поданды, коронанды, криптанды, гемисферанды, циклофаны, халофаны и т.д.);

Должен уметь:

обсуждать физико-химические и биохимические аспекты применения синтетических рецепторов ("хозяев", супрамолекулярных рецепторов, переносчиков, катализаторов);

ориентироваться в современной литературе и вести дискуссию по супрамолекулярной химии;

самостоятельно ставить задачи по созданию или практическому применению синтетических рецепторов для решения конкретных задач супрамолекулярной химии;

Должен владеть:

навыками планирования исследований по разработке определенного типа синтетических рецепторов ("хозяев", супрамолекулярных рецепторов, переносчиков, катализаторов) в соответствии с требуемыми характеристиками разрабатываемых супрамолекулярных систем.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.10.03 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия (Фундаментальная химия: материалы будущего)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

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 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 41 часа(ов), в том числе лекции - 40 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 31 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет 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	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение. От молекулярной к супрамолекулярной химии.	7	2	0	0	0	0	0	0
2.	Тема 2. Молекулярное распознавание - распознавание, информация и комплементарность.	7	2	0	0	0	0	0	0
3.	Тема 3. Краун-эфиры и круговое распознавание.	7	2	0	0	0	0	0	0
4.	Тема 4. Тетраэдрическое распознавание и криптанды.	7	2	0	0	0	0	0	0
5.	Тема 5. Сферическое распознавание и гемисферанды, сферанды.	7	2	0	0	0	0	0	0
6.	Тема 6. Анионкоординационная химия и распознавание анионных субстратов.	7	2	0	0	0	0	0	0
7.	Тема 7. Молекулярные сорцепторы и сложное распознавание. Линейное распознавание молекулы дипольными сорцепторами.	7	2	0	0	0	0	0	0
8.	Тема 8. Гетеротопные сорцепторы. Сложное распознавание в металлорецепторах. Супрамолекулярная динамика.	7	2	0	0	0	0	0	0
9.	Тема 9. Супрамолекулярное взаимодействие и катализ. Супрамолекулярный металлокатализ.	7	2	0	0	0	0	0	15
10.	Тема 10. Транспортные процессы и конструирование молекул-переносчиков.	7	2	0	0	0	0	0	0
11.	Тема 11. Сопряженные процессы переноса в супрамолекулярных системах.	7	2	0	0	0	0	0	0
12.	Тема 12. Молекулярная самосборка - программирование супрамолекулярных систем.	7	2	0	0	0	0	0	0
13.	Тема 13. Геликаты - искусственные двойные, тройные спиральные самоорганизующиеся системы.	7	2	0	0	0	0	0	0
14.	Тема 14. Многокомпонентная самосборка. Супрамолекулярная организация ионов металлов. "Решетки", "лестницы", "сетки".	7	2	0	0	0	0	0	0
15.	Тема 15. Самосборка органических супрамолекулярных структур. Физико-химические методы исследования. Самораспознавание.	7	2	2	0	0	0	0	0
16.	Тема 16. Супрамолекулярные взаимодействия, превращения, репликация. Саморепликация. Супрамолекулярная хиральность и самосборка.	7	4	4	0	0	0	0	0

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
17.	Тема 17. Молекулярные переключатели. Супрамолекулярные материалы. Нанохимия.	7	4	4	0	0	0	0	16
18.	Тема 18. Дендримеры - классификация, структура, методы получения.	7	2	2	0	0	0	0	
	Итого		40	12	0	0	0	0	31

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Введение. От молекулярной к супрамолекулярной химии.

Введение. От молекулярной к супрамолекулярной химии. Химия и биология, творчество и искусство. Сравнение химии и биологии по отношению к двум параметрам: сложности и разнообразию систем. Предмет супрамолекулярной химии. Молекулярная химия. Связь супрамолекулярной химии с молекулярной химией. Супрамолекулы и надмолекулярные системы. Рецептор, субстрат, хозяин, гость, лиганд. Основные свойства супрамолекулы: молекулярное распознавание, превращение и перенос.

##### Тема 2. Молекулярное распознавание - распознавание, информация и комплементарность.

Молекулярное распознавание. Распознавание, информация и комплементарность. Молекулярное распознавание и селективность взаимодействия. Два уровня соответствия субстрата рецептору: геометрия и электронное строение частиц. Принцип двойной комплементарности. Нековалентные межмолекулярные взаимодействия. Хранение и считывание информации на супрамолекулярном уровне.

##### Тема 3. Краун-эфир и круговое распознавание.

Краун-эфир и круговое распознавание. Химия комплексов ?гость-хозяин?. Работы Нобелевских лауреатов 1987 года Ч.Педерсона, Д.Крама и Ж.-М.Лена. Селективность комплексообразования и типы комплексов бискраунэфиров. Кооперативный эффект при комплексообразовании бискраунэфиров. Примеры бискраун-эфиров, размещенных на различных функциональных молекулярных платформах.

##### Тема 4. Тетраэдрическое распознавание и криптанты.

Тетраэдрическое распознавание и криптанты. Криптанты - семейство макрогетероциклических соединений, состоящих из двух и более циклов и являющиеся полидентатными лигандами в комплексах с катионами металлов. Впервые криптанты были изучены французским химиком Ж. М. Леном в 1969 г. Биологические и биомиметические процессы и системы. Самоорганизация и молекулярное распознавание. Криптанты ионов металлов. Тетраэдрическое распознавание макротрициклическими криптандами. Распознавание ионов аммония

##### Тема 5. Сферическое распознавание и гемисферанды, сферанды.

Сферическое распознавание и гемисферанды, сферанды. Распознавание катионов металлов и ионов аммония, родственных субстратов. Биологические и биомиметические процессы и системы. Криптосферанды. Сферанды - "жесткие" молекулы хозяина. Предорганизованы для связывания гостя. Липофильная внешняя оболочка. Селективное связывание ионов Li. Гексафторпроизводное не связывает ионы.

##### Тема 6. Анионкоординационная химия и распознавание анионных субстратов.

Анионкоординационная химия и распознавание анионных субстратов. Биологические системы. Разнообразие анионных субстратов. Простейшие модели синтетических рецепторов на анионы.

Распознавание катиона гуанидиния. Сферическое распознавание анионов. Линейное распознавание анионов. Распознавание азид аниона

##### Тема 7. Молекулярные сорцепторы и сложное распознавание. Линейное распознавание молекулы дипольными сорцепторами.

Молекулярные сорцепторы и сложное распознавание. Линейное распознавание молекулы дипольными сорцепторами. Распознавание предполагает комплементарность (геометрическую и на уровне взаимодействий) партнеров, образующих ассоциат, т. е. оптимальное соотношение информации, которую несет рецептор, и информации, которую способен воспринять субстрат

### **Тема 8. Гетеротопные сорцепторы. Сложное распознавание в металлорецепторах. Супрамолекулярная динамика.**

Гетеротопные сорцепторы. Спелеанды, двойственные рецепторы. Сложное распознавание в металлорецепторах. Комплексообразователем может быть любой химический элемент. В супрамолекулярной химии чаще всего рассматриваются комплексы, в которых координационные (донорно-акцепторные) связи образуются между атомами N, O, S, имеющими неподеленные электронные пары, и катионами одно- двух- и трехвалентных металлов: K, Na, Mg, Ca, Fe, Zn, Co и т. д. При этом ионы металлов служат акцепторами электронов, принимая их на свои свободные электронные орбитали, лежащие чуть выше валентных. Супрамолекулярная динамика. Множественное распознавание. дитопный рецептор. Тритопный рецептор, распознавание триптофана.

### **Тема 9. Супрамолекулярное взаимодействие и катализ. Супрамолекулярный металлокатализ.**

Супрамолекулярный катализ. Супрамолекулярное взаимодействие и катализ. Катализ активными рецепторами катионов. Взаимодействие молекул-рецепторов с анионами. Катализ рецепторами типа циклофанов. Супрамолекулярный металлокатализ. Сокатализ: катализ синтетических реакций. Биомолекулярный и супрамолекулярный катализ.

### **Тема 10. Транспортные процессы и конструирование молекул-переносчиков.**

Транспортные процессы и конструирование молекул-переносчиков. Процессы переноса. Молекулы-переносчики и трансмембранные каналы. Транспорт молекулами-переносчиками. Катионные транспортные процессы - переносчики катионов. Анионные транспортные процессы - переносчики анионов. Процессы сопряженного переноса.

### **Тема 11. Сопряженные процессы переноса в супрамолекулярных системах.**

Сопряженные процессы переноса в супрамолекулярных системах. Сопряженный перенос электронов при окислительно-восстановительном градиенте. Сопряженный перенос протонов при pH-градиенте. Процессы фотосопряженного переноса. Перенос через трансмембранные каналы. Калий-натриевый насос. Перенос ионов в биологических системах.

### **Тема 12. Молекулярная самосборка - программирование супрамолекулярных систем.**

Молекулярная самосборка - программирование супрамолекулярных систем. Самогруппирование и множественное взаимосвязывание. Самоорганизация. Программирование супрамолекулярных систем. Положительная кооперативность молекулярной самосборки. Самосборка неорганической архитектуры. Биридиновые лиганды.

### **Тема 13. Геликаты - искусственные двойные, тройные спиральные самоорганизующиеся системы.**

Геликаты - искусственные двойные, тройные спиральные самоорганизующиеся системы. геликаты - суперструктуры, в которых длинные полимерные молекулы спирально оборачиваются вокруг заданной последовательности ионов металлов на оси спирали. Расположение металлических ионов задает пространственные свойства геликата и то, как отдельные нити будут сплетаться между собой. Синтетические аналоги ДНК. Процессы самораспознавание и самосборки.

### **Тема 14. Многокомпонентная самосборка. Супрамолекулярная организация ионов металлов. "Решетки", "лестницы", "сетки".**

Многокомпонентная самосборка. Супрамолекулярная организация ионов металлов. Решетки, лестницы, сетки. Катенаны (класс химических соединений, состоящих из двух или более кольцевых молекул, сцепленных механически). Первый [2]катенан был синтезирован в 1964 году Г. Шиллом, [3]катенан - в 1969 году. В 2017 году был синтезирован [130]катенан. Два основных подхода к синтезу катенанов - статистический, в котором замыкание катенана происходит за счет вероятности, и направленный, в котором создаются условия, при которых образование катенана неизбежно. Некоторые молекулы ДНК имеют катенановую структуру. Интересно, что повышение содержания катенановых ДНК наблюдается при лейкемии и различных формах рака.

### **Тема 15. Самосборка органических супрамолекулярных структур. Физико-химические методы исследования. Самораспознавание.**

Самосборка органических супрамолекулярных структур. Самосборка с помощью водородного связывания. Молекулы Януса. Молекулярное распознавание - управление структурой органической фазы. Изменения фазового состояния при самоорганизации систем. Физико-химические методы исследования. Самораспознавание.

### **Тема 16. Супрамолекулярные взаимодействия, превращения, репликация. Саморепликация. Супрамолекулярная хиральность и самосборка.**

Супрамолекулярные взаимодействия, превращения, репликация. Саморепликация. Супрамолекулярная хиральность и самосборка. Молекулярные ансамбли, изменяющие структуру под внешним воздействием. Понятия аллостерия, кооперативность и саморепликация. Селективность и эффективность связывания субстрата рецептором. Политопный сорцептор.

### **Тема 17. Молекулярные переключатели. Супрамолекулярные материалы. Нанохимия.**

Молекулярные переключатели. Супрамолекулярные материалы. Нанохимия. Супрамолекулярные наноустройства. Разработка pH-зависимых конформационных переключателей, обеспечивающих раскрытие липосом, липидных наночастиц и других типов наноструктур на основе органических соединений и адресную доставку противоопухолевых лекарств

**Тема 18. Дендримеры - классификация, структура, методы получения.**

Дендримеры. Классификация: дендримеры, арборолы и сивьянолы. Структура дендримеров. Методы получения. Нелинейная полимеризация. Дивергентный синтез. Конвергентный синтез. Функционализация дендримеров. Аналитическая техника изучения дендримеров. ПАМAM-дендримеры. Применение и перспективы химии дендримеров.

<b>Список прикрепленных к данной дисциплине (модулю) электронных курсов и сторонних ресурсов</b>	
• LMS Moodle: <a href="#">Супрамолекулярная химия</a> (3080)	7-й семестр

**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 науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/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 планируемому результату 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):





Вид работ	Методические рекомендации
зачет	<p>На зачете определяется качество и объем усвоенных студентами знаний, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановки цели и выбору путей ее достижения, а также умение работать с нормативными документами в рамках дисциплины. Он может проводиться в устной или письменной формах. Форму проведения определяет кафедра. Подготовка к зачету ? процесс индивидуальный. Тем не менее, существуют некоторые правила, знания которых могут быть полезны для всех. Залогом успешной сдачи зачета является систематическая работа над учебной дисциплиной в течение семестра. Подготовка желательна вести, исходя из требований программы учебной дисциплины. Целесообразно пошаговое освоение материала, выполнение различных заданий по мере изучения соответствующих содержательных разделов дисциплины. Если, готовясь к зачету, вы испытываете затруднения, обращайтесь за советом к преподавателю, тем более что при систематической подготовке у вас есть такая возможность. Готовясь к зачету, лучше всего сочетать повторение теоретических вопросов с выполнением практических заданий. Требования к знаниям студентов определены федеральным государственным образовательным стандартом и рабочей программой дисциплины. Цель зачета ? проверка и оценка уровня полученных студентом специальных познаний по учебной дисциплине и соответствующих им умений и навыков, а также умения логически мыслить, аргументировать избранную научную позицию, реагировать на дополнительные вопросы, ориентироваться в массиве информации, дефиниций и категорий права. Оценка подлежат правильность и грамотность речи студента, а также его достижения в течение семестра. Дополнительной целью зачета является формирование у студентов таких качеств, как организованность, ответственность, трудолюбие, принципиальность, самостоятельность. Таким образом, проверяется сложившаяся у студента система знаний по дисциплине, что играет большую роль в подготовке будущего специалиста, способствует получению им фундаментальной и профессиональной подготовки. При подготовке к зачету важно правильно и рационально распланировать свое время, чтобы успеть на качественно высоком уровне подготовиться к ответам по всем вопросам. Во время подготовки к зачету студенты также систематизируют знания, которые они приобрели при изучении основных тем курса в течение семестра. Это позволяет им уяснить логическую структуру дисциплины, объединить отдельные темы в единую систему, увидеть перспективы ее развития. Самостоятельная работа по подготовке к зачету во время сессии должна планироваться студентом, исходя из общего объема вопросов, вынесенных на зачет, так, чтобы за предоставленный для подготовки срок он смог равномерно распределить приблизительно равное количество вопросов для ежедневного изучения (повторения). Важно, чтобы один последний день (либо часть его) был выделен для дополнительного повторения всего объема вопросов в целом. Это позволяет студенту самостоятельно перепроверить усвоение материала</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.

**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 "Фундаментальная химия: материалы будущего".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.10.03 Супрамолекулярная химия

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

#### Основная литература:

1. Рамбиди, Н. Г. Физические и химические основы нанотехнологий : учебное пособие / Н. Г. Рамбиди, А. В. Берёзкин. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 456 с. - ISBN 978-5-9221-0988-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2291> (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Головин, Ю. И. Основы нанотехнологий / Ю. И. Головин. - Москва : Машиностроение, 2012. - 656 с. - ISBN 978-5-94275-662-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/5793> (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Дополнительная литература:

1. Киселев Ю.М. Химия координационных соединений: учебное пособие для студ. высших профессиональных учебных заведений / Ю.М.Киселев, Н.А.Добрынина, - Москва: Издательский центр 'Академия', 2007.-344с.
2. Стойков И.И. Молекулярное распознавание органических соединений. - Часть 1. - Казань: Казанский госуниверситет, 2009. - 96 с.
3. Стойков И.И., Евтюгин Г.А. Основы нанотехнологии и нанохимии: учебное пособие. - Казань: Издательство Казанского (Приволжского) федерального университета. - 2010. - 236 с.
4. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии : учебное пособие / А. И. Гусев. - 2-е изд., испр. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 416 с. - ISBN 978-5-9221-0582-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2173> (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.10.03 Супрамолекулярная химия

**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: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

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 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.