

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



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Современная супрамолекулярная химия Б1.В.ОД.5

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия супрамолекулярных нано- и биосистем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Стойков И.И.

**Рецензент(ы):**

Антипин И.С.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Антипин И. С.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2015

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Стойков И.И. Кафедра органической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова, Ivan.Stoikov@mail.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины "Современная супрамолекулярная химия" является подготовка к научно-исследовательской и педагогической деятельности, связанной с решением задач, стоящих перед современной цивилизацией при проведении исследований в области органической и физической химии, молекулярной биологии, биохимии, биотехнологии, а также смежных областях, включая фармацевтику и нанотехнологии. В результате освоения данной дисциплины должны быть сформированы представления о современных концепциях теоретической супрамолекулярной химии, о принципах конструирования и функционирования синтетических рецепторов, супермолекул и супрамолекулярных систем, о современных методах синтеза органических соединений, основных путях практического использования супрамолекулярных систем в нанотехнологиях. Кроме того, при освоении дисциплины студенты получают обзорные знания о перспективах развития супрамолекулярной химии в таких областях, как материаловедение, тонкий органический синтез и наноструктурированные материалы.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.5 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 04.04.01 Химия и относится к обязательные дисциплины. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3. В.1 Профессиональный" образовательной программы магистратуры Химия супрамолекулярных нано- и биосистем. Осваивается на 1 курсе, 2 семестре магистратуры. Форма обучения - очная.

Полученные при освоении дисциплины знания и умения облегчают освоение дисциплины "Электронная и пространственная структура органических соединений", других курсов по выбору вариативной части профиля, а также необходимы при выполнении магистерской выпускной квалификационной работы.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции                        | Расшифровка приобретаемой компетенции   |
|---|---|
| ОК-3<br>(общекультурные компетенции)    | готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала  |
| ОПК-1<br>(профессиональные компетенции) | способностью использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач |
| ПК-1<br>(профессиональные компетенции)  | владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии  |

В результате освоения дисциплины студент:

1. 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.).

2. 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.

3. должен владеть:

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

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен во 2 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

| N  | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля   | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля |
|----|---|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|    |   |         |                    | Лекции  | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                           |
| 1. | Тема 1. Введение. От молекулярной к супрамолекулярной химии.                        | 2       | 1                  | 2   | 0                       | 0                      |                           |
| 2. | Тема 2. Молекулярное распознавание - распознавание, информация и комплементарность. | 2       | 2                  | 0   | 2                       | 0                      |                           |
| 3. | Тема 3. Краун-эфиры и круговое распознавание.                                       | 2       | 3                  | 2   | 0                       | 0                      |                           |

| N   | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля  | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля |
|-----|--|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|     |  |         |                    | Лекции  | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                           |
| 4.  | Тема 4.<br>Тетраэдрическое<br>распознавание и<br>криптанدى.  | 2       | 4                  | 2   | 0                       | 0                      |                           |
| 5.  | Тема 5. Сферическое<br>распознавание и<br>гемисферанды,<br>сферанды.   | 2       | 5                  | 0   | 2                       | 0                      |                           |
| 6.  | Тема 6.<br>Анионкоординационная<br>химия и<br>распознавание<br>анионных субстратов.  | 2       | 6                  | 2   | 0                       | 0                      |                           |
| 7.  | Тема 7. Молекулярные<br>сорецепторы и<br>сложное<br>распознавание.<br>Линейное<br>распознавание<br>молекулы дипольными<br>сорецепторами. | 2       | 7                  | 2   | 0                       | 0                      |                           |
| 8.  | Тема 8. Гетеротопные<br>сорецепторы.<br>Сложное<br>распознавание в<br>металлорецепторах.<br>Супрамолекулярная<br>динамика.               | 2       | 8                  | 0   | 2                       | 0                      |                           |
| 9.  | Тема 9.<br>Супрамолекулярное<br>взаимодействие и<br>катализ.<br>Супрамолекулярный<br>металлокатализ.                                     | 2       | 9                  | 2   | 0                       | 0                      |                           |
| 10. | Тема 10.<br>Транспортные<br>процессы и<br>конструирование<br>молекул-переносчиков.   | 2       | 10                 | 2   | 0                       | 0                      |                           |
| 11. | Тема 11.<br>Сопряженные<br>процессы переноса в<br>супрамолекулярных<br>системах.   | 2       | 11                 | 2   | 0                       | 0                      |                           |
| 12. | Тема 12.<br>Молекулярная<br>самосборка ?<br>программирование<br>супрамолекулярных<br>систем.   | 2       | 12                 | 2   | 0                       | 0                      | контрольная<br>работа     |

| N   | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля  | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля |
|-----|--|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|     |  |         |                    | Лекции  | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                           |
| 13. | Тема 13. Геликаты - искусственные двойные, тройные спиральные самоорганизующиеся системы.                            | 2       | 13                 | 0   | 2                       | 0                      |                           |
| 14. | Тема 14. Многокомпонентная самосборка. Супрамолекулярная организация ионов металлов. ?Решетки?, ?лестницы?, ?сетки?. | 2       | 14                 | 0   | 2                       | 0                      |                           |
|     | Тема . Итоговая форма контроля   | 2       |                    | 0   | 0                       | 0                      | экзамен                   |
|     | Итого  |         |                    | 18  | 10                      | 0                      |                           |

#### 4.2 Содержание дисциплины

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

###### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

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.

###### *практическое занятие (2 часа(ов)):*

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.

###### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Краун-эфир и круговое распознавание. Химия комплексов ?гость-хозяин?. Работы Нобелевских лауреатов 1987 года Ч.Педерсона, Д.Крама и Ж.-М.Лена.

##### Тема 4. Тетраэдрическое распознавание и криптанды.

###### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Тетраэдрическое распознавание и криптанды. Биологические и биомиметические процессы и системы. Самоорганизация и молекулярное распознавание.

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

###### *практическое занятие (2 часа(ов)):*

Сферическое распознавание и гемисферанды, сферанды. Распознавание катионов металлов и ионов аммония, родственных субстратов. Биологические и биомиметические процессы и системы.

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

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

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

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

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Молекулярные сорцепторы и сложное распознавание. Линейное распознавание молекулы дипольными сорцепторами.

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

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Гетеротопные сорцепторы. Спелеанды, двойственные рецепторы. Сложное распознавание в металлорецепторах. Супрамолекулярная динамика.

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

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

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.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

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.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

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.

**Тема 12. Молекулярная самосборка ? программирование супрамолекулярных систем.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

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.**

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Геликаты - искусственные двойные, тройные спиральные самоорганизующиеся системы. Синтетические аналоги ДНК. Процессы самораспознавание и самосборки.

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

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Многокомпонентная самосборка. Супрамолекулярная организация ионов металлов. ?Решетки?, ?лестницы?, ?сетки?

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

| N  | Раздел<br>Дисциплины  | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды<br>самостоятельной<br>работы<br>студентов   | Трудоемкость<br>(в часах) | Формы контроля<br>самостоятельной<br>работы |
|----|---|---------|--------------------|--|---------------------------|---|
| 1. | Тема 1. Введение. От молекулярной к супрамолекулярной химии.                        | 2       | 1                  | - изучение теоретического лекционного материала; - проработка теоретического материала (конспекты) | 4                         | дискуссия                                   |
| 2. | Тема 2. Молекулярное распознавание - распознавание, информация и комплементарность. | 2       | 2                  | - изучение теоретического лекционного материала; - проработка теоретического материала (конспекты) | 4                         | дискуссия                                   |
| 3. | Тема 3. Краун-эфиры и круговое распознавание.                                       | 2       | 3                  | - изучение теоретического лекционного материала; - проработка теоретического материала (конспекты) | 4                         | дискуссия                                   |
| 4. | Тема 4. Тетраэдрическое распознавание и криптанты.                                  | 2       | 4                  | - изучение теоретического лекционного материала; - проработка теоретического материала (конспекты) | 4                         | дискуссия                                   |
| 5. | Тема 5. Сферическое распознавание и гемисферанды, сферанды.                         | 2       | 5                  | - изучение теоретического лекционного материала; - проработка теоретического материала (конспекты) | 4                         | дискуссия                                   |
| 6. | Тема 6. Анионкоординационная химия и распознавание анионных субстратов.             | 2       | 6                  | - изучение теоретического лекционного материала; - проработка теоретического материала (конспекты) | 4                         | дискуссия                                   |



| N   | Раздел Дисциплины   | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов  | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|-----|---|---------|-----------------|--|------------------------|---------------------------------------|
| 7.  | Тема 7. Молекулярные сорцепторы и сложное распознавание. Линейное распознавание молекулы дипольными сорцепторами. | 2       | 7               | - изучение теоретического лекционного материала; - проработка теоретического материала (конспекты) | 4                      | дискуссия                             |
| 8.  | Тема 8. Гетеротопные сорцепторы. Сложное распознавание в металлорецепторах. Супрамолекулярная динамика.           | 2       | 8               | - изучение теоретического лекционного материала; - проработка теоретического материала (конспекты) | 2                      | дискуссия                             |
| 9.  | Тема 9. Супрамолекулярное взаимодействие и катализ. Супрамолекулярный металлокатализ.                             | 2       | 9               | - изучение теоретического лекционного материала; - проработка теоретического материала (конспекты) | 2                      | дискуссия                             |
| 10. | Тема 10. Транспортные процессы и конструирование молекул-переносчиков.  | 2       | 10              | - изучение теоретического лекционного материала; - проработка теоретического материала (конспекты) | 2                      | дискуссия                             |
| 11. | Тема 11. Сопряженные процессы переноса в супрамолекулярных системах.  | 2       | 11              | - изучение теоретического лекционного материала; - проработка теоретического материала (конспекты) | 4                      | дискуссия                             |
| 12. | Тема 12. Молекулярная самосборка ? программирование супрамолекулярных систем.                                     | 2       | 12              | подготовка к контрольной работе  | 2                      | контрольная работа                    |

| N   | Раздел Дисциплины  | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов  | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|-----|--|---------|-----------------|--|------------------------|---------------------------------------|
| 13. | Тема 13. Геликаты - искусственные двойные, тройные спиральные самоорганизующиеся системы.                            | 2       | 13              | - изучение теоретического лекционного материала; - проработка теоретического материала (конспекты) | 2                      | дискуссия                             |
| 14. | Тема 14. Многокомпонентная самосборка. Супрамолекулярная организация ионов металлов. ?Решетки?, ?лестницы?, ?сетки?. | 2       | 14              | - изучение теоретического лекционного материала; - проработка теоретического материала (конспекты) | 2                      | дискуссия                             |
|     | Итого  |         |                 |  | 44                     |                                       |

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Освоение дисциплины "Супрамолекулярная химия" предполагает использование как традиционных (лекции с использованием методических материалов), так и инновационных образовательных технологий с использованием в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий: компьютерные презентации лекций; видеоматериалами по предложенной тематике.

- компьютерные презентации лекций;
- интерактивный опрос по разделам 1-11
- интерактивный опрос по разделам 12-14;
- компьютерная симуляция функционирования синтетического рецептора (Раздел 2 "Молекулярное распознавание - распознавание, информация и комплементарность");
- круглый стол (case study) по разделу 12 "Молекулярная самосборка - программирование супрамолекулярных систем";

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

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

дискуссия, примерные вопросы:

Объясните термин "супермолекула". Понятие "супрамолекулярной химии". Объясните термин супрамолекулярный ансамбль. За счет каких взаимодействий образуются супрамолекулярные частицы? Какие названия носят составные части супрамолекулярных ассоциатов? Что такое топичность рецептора? Чему равен порядок цикличности? Какой может быть размерность структуры супермолекулы? Дайте определение понятию "хозяин", предложенному Д.Крамом. Чем определяется селективность и эффективность связывания субстрата рецептором? Что такое политопный сорепцептор? Перечислите известные вам самопроцессы. Дайте определение понятиям аллостерия, кооперативность и саморепликация. В чем заключается концепция координации? Поясните принцип "ключ ? замок".

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

дискуссия , примерные вопросы:

Чем молекулярное распознавание отличается от простого связывания? Чем определяется выбор субстрата при молекулярном распознавании? Какие параметры применяют для характеристики центров связывания? Чем характеризуется оболочка лиганда? В чем заключается принцип двойной комплементарности? Соблюдение каких условий необходимо для распознавания рецептором субстрата? Что включает в себя понятие "молекулярной информации"? Что представляют собой молекулярные рецепторы? В чем заключается дизайн молекулярных рецепторов? Что такое эндорецептор?

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

дискуссия , примерные вопросы:

Получение Ч.Педерсоном первых краун-эфиров и их комплексов с катионами. Номенклатура краун-эфиров. Коронанты. Кристаллические комплексы краун-эфиров с катионами щелочных металлов. Соответствие диаметров катиона металла и полости краун-эфира. Классификация типов комплексов "гость-хозяин" по Краму. Комплексы типа "насед" (perching complex). Комплексы типа "гнездо" (resting complex). Капсульные комплексы (capsular complex). Устойчивость комплексов в растворах. Концепция переменного донорного центра (принцип Пирсона). Податы. Селективность связывания катионов металлов и устойчивость комплексов. Создание Ж.-М.Леном сферических аналогов краун-эфиров.

### **Тема 4. Тетраэдрическое распознавание и криптанды.**

дискуссия , примерные вопросы:

Криптанды - трехмерные аминополиэфиры. Номенклатура криптандов. Форма криптандов: сферическая, эллипсоидная и цилиндрическая. Криптаты. Комплексы криптандов с катионами щелочных и щелочноземельных металлов. Устойчивость комплексов и соответствие диаметров катиона металла и полости криптанда. Селективность связывания катионов. Stereoизомерные формы криптандов: "экзо-экзо", "эндо-экзо" и "эндо-эндо". Эксклюзивные и инклюзивные комплексы.

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

дискуссия , примерные вопросы:

Принцип "предорганизации". Сравнение структур свободных и связанных в комплекс "хозяев": коронандов и криптандов. Реорганизация структуры "хозяина" под структуру "гостя" при комплексообразовании. Типы реорганизации рецепторов. Заполненная полость "хозяина". "Челюсти" или шарнирная реорганизация. От внутримолекулярной к межмолекулярной реорганизации. Принцип "предорганизации" Д.Крама. Гемисферанд - частично организованный "хозяин" для комплексообразования. Предельный случай предорганизации "хозяина" к комплексообразованию с "гостем". Сферанд-прототип - жестко организованный рецептор. Сфераты. Устойчивость комплексов и высокая селективность связывания катионов металлов.

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

дискуссия , примерные вопросы:

Какую форму могут иметь анионные субстраты? За счет каких взаимодействий происходит связывание анионных субстратов? Наличие каких групп в рецепторе необходимо для связывания анионов? Какие соединения применяются для связывания анионных субстратов? Какими факторами определяется стабильность комплексов и селективность связывания анионных субстратов? Какие рецепторы способны к сферическому связыванию анионных субстратов? Какие рецепторы способны к сферическому распознаванию анионных субстратов? Как зависит селективность образования и устойчивость анионных комплексов с участием полиаммонийных рецепторов от порядка цикличности?

### **Тема 7. Молекулярные сорепцепторы и сложное распознавание. Линейное распознавание молекулы дипольными сорепцепторами.**

дискуссия , примерные вопросы:

Молекулярные сорепцепторы и сложное распознавание. Линейное распознавание молекулы дипольными сорепцепторами.

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

дискуссия , примерные вопросы:

Гетеротопные сорецепторы. Сложное распознавание в металлорецепторах.

Супрамолекулярная динамика.

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

дискуссия , примерные вопросы:

Супрамолекулярное взаимодействие и катализ. Супрамолекулярный металлокатализ.

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

дискуссия , примерные вопросы:

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.**

дискуссия , примерные вопросы:

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.

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

контрольная работа , примерные вопросы:

Молекулярная самосборка и 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.**

дискуссия , примерные вопросы:

Геликаты - искусственные двойные, тройные спиральные самоорганизующиеся системы. Какие лиганды образуют двойные геликаты при добавлении в раствор ионов меди (II)?

Синтетические аналоги ДНК. Процессы самораспознавание и самосборки.

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

дискуссия , примерные вопросы:

Многокомпонентная самосборка. Супрамолекулярная организация ионов металлов. Решетки, лестницы, сетки.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

1. Арен-альдегидная конденсация. Конденсация п-замещенных фенолов и формальдегида при основном катализе.

2. Конденсация резорцинолов с альдегидами при кислотном катализе. Конденсация алкилбензолов с формальдегидом при кислотном катализе.

3. Конденсации гетероциклических соединений с альдегидами при кислотном катализе. Прочие конденсации с участием формальдегида.

4. Синтез Хейса-Хантера-Каммерера. Синтез Бемера-Чхима-Каммерера. Синтез Мошфеха, Хакимелахи и др. Синтез Ноу и Гютше. Оксакаликсарены.

5. Форма каликсаренов. Температура плавления каликсаренов. Растворимость каликсаренов. ИК-спектры каликсаренов.

6. ЯМР-спектры каликсаренов. Масс-спектры каликсаренов. Конформационно подвижные каликсарены. Конформационно жесткие каликсарены. Гетерокаликсарены.
7. Функционализация нижнего обода каликсаренового цикла. О-алкилирование, О-ацилирование.
- 8.Mono-, ди-, три- и тетраэтерификация каликс[4]арена. 1,3- и 1,2-бифункционализация каликс[4]арена.
9. Функционализация верхнего обода каликсаренового цикла. Ипсо-замещение п-трет-бутилкаликс[4]арена. Электрофильное замещение свободного п-положения каликс[4]арена.
10. Галогенирование каликсаренового цикла. Нитрование каликсаренового цикла. Простые и сложные эфиры каликсаренов.

### 7.1. Основная литература:

1. Реутов, О.А. Органическая химия В 4 ч.: Ч.: 1: Учебное пособие для вузов / О.А.Реутов, А.Л.Курц, К.П.Бутин - М.: Бином, 2014.- 567 с.
2. Реутов, О.А. Органическая химия]: В 4 ч.: Ч.: 2: Учебное пособие для вузов / О.А.Реутов, А.Л.Курц, К.П.Бутин - М.: Бином, 2013.-623 с.
3. Реутов, О.А. Органическая химия В 4 ч.: Ч.: 3: Учебное пособие для вузов / О.А.Реутов, А.Л.Курц, К.П.Бутин - М.: Бином, 2014. -543,[1]с.
4. Реутов, О.А. Органическая химия В 4 ч.: Ч.: 4: Учебное пособие для вузов / О.А.Реутов, А.Л.Курц, К.П.Бутин - М.: Бином,2014.-722,[4] с.
5. Маджидов Т.И. Хемоинформатика и молекулярное моделирование: дистанционный курс для студентов бакалавриата и магистратуры направления подготовки: 020100 "Химия" [Электронный ресурс]. Площадка "Зилант" СУО КФУ, 2013. // <http://zilant.kpfu.ru/course/view.php?id=376>

### 7.2. Дополнительная литература:

- Наноматериалы, нанотехнологии, nanoиндустрия, Абдуллин, Ильдар Шаукатович, 2011г.  
Супрамолекулярная химия. Т. 2, , 2007г.  
Супрамолекулярная химия. Т. 1, , 2007г.  
Нанобиотехнология: необъятные перспективы развития, Газит, Эхуд, 2011г.  
Нанотехнологии, Тимирясов, Виталий Гайнулович;Туктамышева, С. Ф.;Миронов, Г. И., 2010г.  
Самосборка наноразмерных агрегатов на основе тетразамещенных по нижнему ободу п-трет-бутилтиакаликс[4]аренов, Юшкова, Елена Анатольевна, 2011г.  
Нанотехнология в теории и практике, Синяев, Дмитрий Николаевич, 2013г.  
Инновационные технологии. Введение в нанотехнологии, Верещагина, Яна Александровна, 2009г.  
9. Кузнецов Н.Т., Новоторцев В.М., Жабрев В.А., Марголин В.И. Основы нанотехнологии / "Лаборатория знаний", 2015, 400 с. <http://e.lanbook.com/view/book/66210/>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

- eLIBRARY.RU - <http://libweb.ksu.ru/vufind/Search/Results?type=AllFields&filter%5B%5D=building%3A%22eLIBRARY.RU%22>  
REAXYS - <https://www.reaxys.com>  
Scopus - <http://www.scopus.com/>  
Web of Science - <http://webofknowledge.com/>  
Поисковая система Scholar google - <http://scholar.google.ru/>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Современная супрамолекулярная химия" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Для проведения занятий требуется аудитория с мультимедийным оборудованием.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 04.04.01 "Химия" и магистерской программе Химия супрамолекулярных нано- и биосистем .

Автор(ы):

Стойков И.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Антипин И.С. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.