

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. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Химия метациклофанов

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия супрамолекулярных нано- и биосистем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

## 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) Стойков И.И. (Кафедра органической 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
ОК-3	готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОПК-1	способностью использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач
ПК-2	владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

предмет химии каликсаренов;  
основные типы циклофанов;  
методы синтеза каликсаренов;  
материалы и устройства, разрабатываемые на основе каликсаренов.

Должен уметь:

прогнозировать устойчивость и физико-химические свойства каликсаренов;  
ориентироваться в современной литературе и вести дискуссию по химии каликсаренов;  
ориентироваться в методах получения и исследования структур каликсаренов;

Должен владеть:

навыками компьютерного изображения сложных органических структур.

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.7 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.04.01 "Химия (Химия супрамолекулярных нано- и биосистем)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 1 курсе в 1 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 - 20 часа(ов), в том числе лекции - 10 часа(ов), практические занятия - 10 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 52 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 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. Номенклатура, синтез и идентификация каликсаренов.	1	2	0	0	0
2.	Тема 2. Реакции конденсации. Конденсация резорцинолов с альдегидами при кислотном катализе. Конденсация гетероциклических соединений с альдегидами.	1	2	0	0	0
3.	Тема 3. Физические свойства каликсаренов. Будущее химии каликсаренов: проблемы и перспективы.	1	2	0	0	0
4.	Тема 4. Спектральные характеристики каликсаренов. Конформация каликсаренов.	1	2	0	0	0
5.	Тема 5. Функционализация нижнего обода каликсаренового цикла. О-алкилирование, О-ацилирование.	1	2	0	0	26
6.	Тема 6. Функционализация верхнего обода каликсаренового цикла. Ипсо-замещение п-трет-бутилкаликс[4]арена.	1	0	2	0	0
7.	Тема 7. Электрофильное замещение свободного п-положения каликс[4]арена. Тиакаликс[4]арены.	1	0	2	0	0
8.	Тема 8. Тетразамещенные производные тиакаликс[4]арена. Частично функционализированные по нижнему ободу и смешанные тиакаликс[4]арены.	1	0	2	0	0
9.	Тема 9. Гетеро-функционализированные тиакаликс[4]арены.	1	0	2	0	0
10.	Тема 10. Бискаликсарены.	1	0	2	0	26
	Итого		10	10	0	52

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Номенклатура, синтез и идентификация каликсаренов.

В связи с неудобством номенклатуры ИЮПАК для названия каликсаренов, так же как и других объектов супрамолекулярной химии применяется тривиальная номенклатура, учитывающая особенности строения макро(гетеро)цикла ? номенклатура Д. Гютше, в основе которой лежит название простейшего представителя каликсаренов, каликс[4]арена.

В соответствии с номенклатурой Гютше данное соединение называется 25,26,27,28-тетрагидроксикаликс[4]ареном, где число в квадратных скобках указывает на размер макроцикла, а природа и положение заместителей в ароматическом ядре уточняется соответствующими цифрами и дескрипторами. На данный момент название данной структуры является основой номенклатуры для обширного класса модифицированных каликсаренов, резорцинаренов, тиокаликсаренов с различным числом ареновых фрагментов.

##### Тема 2. Реакции конденсации. Конденсация резорцинолов с альдегидами при кислотном катализе. Конденсация гетероциклических соединений с альдегидами.

Арен-альдегидная конденсация. Конденсация п-замещенных фенолов и формальдегида при основном катализе. Реагенты. Основание. Растворитель. Температура. Продукт.

##### Тема 3. Физические свойства каликсаренов. Будущее химии каликсаренов: проблемы и перспективы.

Температура плавления производных каликсаренов высока (250 - 450 оС). Второй особенностью каликсаренов является низкая растворимость в органических растворителях. Это усложняет очистку и анализ соединений. Наиболее подходящим растворителем является хлороформ. Растворимость соединения значительно изменяется при введении заместителей, при этом алкилзамещённые производные обладают более высокой растворимостью в органических растворителях по сравнению с арилзамещёнными.

Важным применением каликсаренов является создание на их основе экстрагирующих реагентов для катионов металлов. Поскольку каликсарены содержат ароматические фрагменты, которые придают лигандам гидрофобные свойства, то катионы легко капсулируются ими и переносятся в органическую фазу.

В биохимических исследованиях каликсарены используют в качестве искусственных каталитических систем, с их помощью возможно моделирование сложных ферментативных процессов. Так, тетраметокси(тия)каликсарен может выступать в качестве аналога белка аквопорина для моделирования процессов транспорта воды через клеточную мембрану

#### **Тема 4. Спектральные характеристики каликсаренов. Конформация каликсаренов.**

ИК-, ЯМР- и масс-спектры каликсаренов.

Конформационно подвижные и конформационно жесткие каликсарены. Гетерокаликсарены.

В ИК-спектрах каликсаренов есть валентные колебания ОН-групп в области 3200 см<sup>-1</sup>. В УФ-спектрах имеется полоса поглощения при 280-288 нм, при увеличении количества ароматических ядер происходит увеличение интенсивности этой полосы. ЯМР-спектроскопия является весьма информативным методом. Показано, что этим методом можно доказать цикличность структуры. Спектры линейных аналогов являются сложными по структуре. Спектры каликсаренов имеют небольшой набор сигналов вследствие высокой симметричности данных соединений. В масс-спектре каликсаренов также обнаружены доказательства циклической структуры: линейный изомер распадается на отдельные фенольные фрагменты, при распаде каликсарена прежде всего происходит отщепление заместителей. Форма циклического каликсарена напоминает вазу, когда все ареновые фрагменты расположены в одном направлении. Однако при определённых обстоятельствах возможно нарушение симметричности структуры, например, когда объёмные заместители не могут располагаться вблизи друг друга. Существование формы вазы объясняется наличием сильных водородных связей между гидроксильными группами нижнего обода каликсарена. Исследования с использованием ЯМР-спектроскопии при пониженной температуре позволили зафиксировать существование четырёх дискретных форм каликсарена: конус, частичный конус, 1,2-альтернат и 1,3-альтернат

#### **Тема 5. Функционализация нижнего обода каликсаренового цикла. О-алкилирование, О-ацилирование.**

Функционализация нижнего обода каликсаренового цикла.

О-алкилирование, О-ацилирование. Моно-, ди-, три- и тетраэтерификация каликс[4]арена. 1,3- и 1,2-бифункционализация каликс[4]арена.

#### **Тема 6. Функционализация верхнего обода каликсаренового цикла. Ипсо-замещение п-трет-бутилкаликс[4]арена.**

Функционализация верхнего обода каликсаренового цикла. Нитропроизводные каликсаренов. п-сульфonatoкаликс[4]арены. Ипсо-атака. Восстановление нитросоединений

#### **Тема 7. Электрофильное замещение свободного п-положения каликс[4]арена. Тиакаликс[4]арены.**

Тиакаликс[4]арен в отличие от обычного каликс[4]арена обладает большим размером макроциклического кольца и, как следствие, более слабой циклической системой водородных связей гидроксильных групп нижнего обода. Это обуславливает большую конформационную подвижность тиакаликс[4]аренового макроциклического кольца по сравнению с классическим каликс[4]ареном. Эти свойства макроцикла позволяют достаточно легко получать тетрафункционализированные по нижнему ободу тиакаликс[4]арены в различных конфигурациях (конус, частичный конус, 1,3-альтернат). Благодаря этому п-трет-бутилтиакаликс[4]арен является удобной платформой для создания предорганизованных трехмерных рецепторных структур.

#### **Тема 8. Тетразамещённые производные тиакаликс[4]арена. Частично функционализированные по нижнему ободу и смешанные тиакаликс[4]арены.**

Алкилированием фенольных гидроксильных групп макроциклов в присутствии основания могут быть получены производные тиакаликс[4]арена, содержащие различные функциональные группы по нижнему ободу. Варьирование условий проведения реакции приводит к образованию как различных конформеров тетраалкилированного тиакаликс[4]арена, так и частично алкилированных производных.

#### **Тема 9. Гетеро-функционализированные тиакаликс[4]арены.**

В отличие от химии классических каликс[4]аренов, где при алкилировании в присутствии карбонатов щелочных металлов наиболее легко образуются 1,3-дизамещённые по гидроксильным группам производные, в химии тиакаликс[4]арена получение частично замещённых продуктов является достаточно сложной задачей. При алкилировании тиакаликс[4]аренов в условиях недостатка алкилирующего агента, как правило, образуется смесь частично и полностью алкилированных тиакаликс[4]аренов.

#### **Тема 10. Бискаликсарены.**

1,3-Дизамещенные соответствующими функциональными группами тиакаликсарены могут выступать как ?строительные? блоки при синтезе бискаликсаренов, т.е. структур, содержащих две каликсареновые субъединицы, соединенные соответствующим мостиковым фрагментом. Один из таких подходов был реализован в группе Мияно: 1,3-дизамещенные макроциклы реагируют с ароматическими диальдегидами в этаноле. С высокими выходами (75-85%) были получены бискаликсарены.

## **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)**

Каликсарены - [ru.wikipedia.org/wiki](http://ru.wikipedia.org/wiki)

Каликсарены. Методы синтеза - <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/oil/spezprakt-kalik.html>

Нанохимия - [www.nanonewsnet.ru](http://www.nanonewsnet.ru)

Самоорганизация - [ru.wikipedia.org/wiki](http://ru.wikipedia.org/wiki)

Супрамолекулярная химия - [ru.wikipedia.org/wiki](http://ru.wikipedia.org/wiki)

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

Методические рекомендации по самостоятельной работе для студентов по дисциплине 'Химия метациклофанов'

Рабочей программой дисциплины 'Химия метациклофанов' предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 52 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к контрольной работе;
- работу с Интернет-источниками;
- подготовку к сдаче экзамена.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины 'Основы квантовой химии'. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Работа с конспектом лекций

Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Методические указания по выполнению контрольных работ по дисциплине 'Химия метациклофанов'

К выполнению контрольных работ рекомендуется приступать только после усвоения всего учебного материала дисциплины.

Рекомендации по освоению контрольных работ:

- контрольную работу следует выполнять полностью, т.е. решить все задачи и ответить на все вопросы задания; непонятный вопрос или задачу не следует пропускать; в этом случае необходимо обратиться за помощью к преподавателю;
- ответы в контрольных работах излагать ясно, точно и полно, таким образом, чтобы преподавателю был ясен весь ход рассуждений;
- при выполнении расчётов необходимо внимательно относиться к единицам измерения всех величин, входящих в ту или иную формулу, и проверять, в каких единицах измерения должен быть результат;
- контрольная работа выполняется на листах формата А4;
- не допускаются перечёркивания, вставки, произвольное сокращение слов и каких-либо обозначений, не применяемых в литературе по изучаемой дисциплине;
- неудовлетворительное оформление контрольной работы может быть причиной её незачёта; небрежность письма и грамматические ошибки недопустимы;
- на каждой странице работы необходимо оставлять поля;
- в шапке контрольной работы необходимо написать фамилию, инициалы, группу, направление, курс, наименование дисциплины, номер контрольного задания.

Методические указания по подготовке к экзамену:

Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения.

#### **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 направлению 04.04.01 "Химия" и магистерской программе "Химия супрамолекулярных нано- и биосистем".



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

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия супрамолекулярных нано- и биосистем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

#### Основная литература:

1. Евтюгин, Геннадий Артурович. Электрохимические (био)сенсоры на основе супрамолекулярных структур .? Казань : [Издательство Казанского университета], 2016 .? 296 с. : ил. ; 26 .? Библиогр.: .? ISBN 978-5-00019-722-6 ((в обл.)) , 1000.
2. Метод УФ-спектроскопии и его применение в органической и физической химии [Текст: электронный ресурс] : 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) .? Загл. с экрана .? Для 2-го семестра .? Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань, 2015 .? Режим доступа: только для студентов и сотрудников КФУ .? .
3. Наноструктуры в биомедицине. [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 538 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/70740> ? Загл. с экрана.

#### Дополнительная литература:

1. Молекулярное распознавание органических соединений : учебное пособие / И. И. Стойков ; Казан. гос. ун-т .? Казань : Казанский государственный университет, 2009 .? ; 21. Ч. 1 .? 2009 .? 96 с. : ил. ? Библиогр.: с. 96 (12 назв.).
2. Супрамолекулярная химия : в 2 т. / Дж. В. Сидд, Дж. Л. Этвуд ; под ред. акад. РАН, проф. А.Ю. Цивадзе, д.х.н., проф. В.В. Арсланова, д.х.н., проф. А.Д. Гарновского ; пер. с англ. к.х.н. И.Г. Варшавской [и др.] .? Москва : Академкнига, 2007 .? ; 25 .? ISBN 978-5-94628-303-8 ((рус. общий)) , 400. Т. 1 .? 2007 .? 479 с. : ил. ? Библиогр. в конце гл. ? Предм. указ.: с. 445-479 .? ISBN 978-5-94628-305-2 ((т. 1)) , 400.
3. Генрих, Э. Малые объекты - большие идеи. Широкий взгляд на нанотехнологии. [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 257 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/70729> ? Загл. с экрана.

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

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия супрамолекулярных нано- и биосистем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

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.