

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



подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
**Наноматериалы и наносистемы М2.ДВ.3**

Направление подготовки: 020100.68 - Химия

Профиль подготовки: Хемоинформатика и молекулярное моделирование

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 715614

Казань

2014

## 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

Целями освоения дисциплины "Наноматериалы и наносистемы" является приобретение профессиональных знаний в области нанохимии и нанотехнологий, подготовка к научно-исследовательской и педагогической деятельности, связанной с использованием методов нанотехнологий, ознакомление с химическими основами систем пониженной размерности, с особенностями энергетического спектра и переноса частиц в многослойных структурах с резкими потенциальными границами, с основными методами получения и исследования наноструктур. В результате освоения данной дисциплины должны быть сформированы представления о современных проблемах в области нанохимии, сформирован комплекс фундаментальных представлений, составляющих основу наиболее востребованных в настоящее время дисциплин - нанохимии и нанотехнологии, сформировано понимание общих и наиболее важных закономерностей наноразмерных систем.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.ДВ.3 Профессиональный" основной образовательной программы 020100.68 Химия и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Дисциплина "Наноматериалы и наносистемы" занимает важное место в основной образовательной программе магистрантов Химического института им. А.М.Бутлерова, в том числе осуществляет межпредметные связи с дисциплинами "Органическая химия", "Физическая химия". Основой для изучения данной дисциплины являются общие курсы "Общая химия", "Неорганическая химия", "Физика", "Физическая химия", "Аналитическая химия", "Коллоидная химия", "Химическая технология". Содержание курса входит в необходимый минимум профессиональных знаний магистрантов, обучающихся по специальности 02.00.03 - органическая химия. Полученные при освоении дисциплины знания и умения формируют навыки, необходимые для выполнения диссертационной работы по специальности "Органическая химия"

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-2 (общекультурные компетенции)	Умение принимать нестандартные решения
ОК-5 (общекультурные компетенции)	Владение современными компьютерными технологиями, применяемыми при обработке результатов научных экспериментов и сборе, обработке, хранении и передачи информации при проведении самостоятельных научных исследований
ПК-10 (профессиональные компетенции)	Способность определять и анализировать проблемы, планировать стратегию их решения
ОК-3 (общекультурные компетенции)	Владение иностранным языком в области профессиональной деятельности и межличностного общения

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	Наличие представлений о наиболее актуальных направлениях исследований в современной теоретической и экспериментальной химии

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Основные виды нанобъектов и наноматериалов, уметь прогнозировать их устойчивость и физико-химические свойства; иметь представления о приборах и устройствах, разрабатываемых на основе наноматериалов.

2. должен уметь:

Ориентироваться в методах получения и исследования наноструктур: сканирующей туннельной микроскопии и спектроскопии.

3. должен владеть:

Теоретическими знаниями о принципе размерного квантования и условиях наблюдения квантово-размерных явлений; фундаментальными знаниями о специфике поведения вещества в нанометровом размерном диапазоне; понимать механизм возникновения размерных физических и химических эффектов.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Демонстрировать способность и готовность применять полученные знания на практике, использовать основные законы нано химии в профессиональной деятельности, понимать основные научно-технические проблемы нанотехнологии и перспективы развития данной фундаментальной области знаний.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 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 Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Цели и задачи нанохимии.	3	1	1	1	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Наноматериалы и направления нанохимии: существующие разработки и перспективы развития.	3	2	1	1	0	
3.	Тема 3. Наноструктурные элементы вещества, наноструктурные полимеры	3	3	2	2	0	
4.	Тема 4. Оптика нанообъектов.	3	4	1	1	0	дискуссия
5.	Тема 5. Методы исследования наноразмерных систем.	3	5	1	1	0	
6.	Тема 6. Физико-химия наноструктурированных материалов.	3	6	1	1	0	дискуссия
7.	Тема 7. Основные принципы формирования наносистем.	3	7	1	1	0	контрольная работа
8.	Тема 8. Субмикронные технологии.	3	8	1	1	0	
9.	Тема 9. Лазерное излучение: взаимодействие с поверхностью и применение в нанохимии.	3	9	1	1	0	
10.	Тема 10. Мягкие методы.	3	10	1	1	0	
11.	Тема 11. Супрамолекулярная организация молекул. Молекулярное распознавание.	3	11	1	1	0	контрольная работа
12.	Тема 12. Эпитаксиальные методы. Основные закономерности и виды химического осаждения из паровой фазы.	3	12	2	2	0	
.	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
Итого				14	14	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Введение. Цели и задачи нанохимии.

#### **лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Введение. Цели и задачи нанохимии. Основные понятия и определения наук о наносистемах. Объекты и методы нанохимии. Основные проблемы и ограничения миниатюризации различных устройств. Применение методов нанотехнологии для уменьшения размеров приборов.

#### **практическое занятие (1 часа(ов)):**

Обсуждение лекционного материала. Объекты и методы нанохимии.

### Тема 2. Наноматериалы и направления нанохимии: существующие разработки и перспективы развития.

#### **лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Наноматериалы и направления нанохимии: существующие разработки и перспективы развития. История возникновения нанохимии и наук о наносистемах. Междисциплинарность и мультидисциплинарность. Примеры нанообъектов и наносистем, их особенности и технологические приложения.

#### **практическое занятие (1 часа(ов)):**

Обсуждение лекционного материала. Наноматериалы и направления нанохимии.

### Тема 3. Наноструктурные элементы вещества, наноструктурные полимеры

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

Наноструктурные элементы вещества, наноструктурные полимеры. Квантовые точки. Особенности физических взаимодействий на наномасштабах. Роль объема и поверхности в физических свойствах наноразмерных объектов.

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

Обсуждение лекционного материала. Наноструктурные элементы вещества.

### Тема 4. Оптика нанообъектов.

#### **лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Оптика нанообъектов. Соотношение длины волны света и размеров наночастиц. Различия в распространении света в однородных и наноструктурированных средах. Магнетизм нанообъектов.

#### **практическое занятие (1 часа(ов)):**

Обсуждение лекционного материала. Магнетизм, оптика нанообъектов.

### Тема 5. Методы исследования наноразмерных систем.

#### **лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Методы исследования наноразмерных систем. Материалы на основе наноструктур: нанокристаллы, нанотрубки, наностержни и их производные. Квантовая механика наносистем. Квантоворазмерные эффекты в нанообъектах. Электропроводность нанообъектов.

#### **практическое занятие (1 часа(ов)):**

Обсуждение лекционного материала. Методы исследования наноразмерных систем.

### Тема 6. Физико-химия наноструктурированных материалов.

#### **лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Физико-химия наноструктурированных материалов. Кремний и его модификации. Гетероструктуры и системы полупроводниковых материалов на основе твердых растворов. Тройные и четверные соединения. Материалы на основе нитридов и их применение.

**практическое занятие (1 часа(ов)):**

Физико-химия наноструктурированных материалов.

**Тема 7. Основные принципы формирования наносистем.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Основные принципы формирования наносистем. Физические и химические методы. Процессы получения нанобъектов сверху - вниз. Литография и наноиндентирование. Механоактивация и механосинтез нанобъектов. Процессы получения нанобъектов снизу - вверх. Процессы зародышеобразования в газовых и конденсированных средах.

**практическое занятие (1 часа(ов)):**

Обсуждение лекционного материала. Физические и химические методы формирования наносистем.

**Тема 8. Субмикронные технологии.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Субмикронные технологии. Уменьшение размеров элементов за счет разработки, создания и применения экстремальных ультрафиолетовых источников излучения при процессах литографии. Источники экстремального ультрафиолета.

**практическое занятие (1 часа(ов)):**

Обсуждение лекционного материала. Субмикронные технологии.

**Тема 9. Лазерное излучение: взаимодействие с поверхностью и применение в нанохимии.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Лазерное излучение: взаимодействие с поверхностью и применение в нанохимии. Нанолитография. Электронная, ионная и рентгеновская литографии. Изготовление наноточек и нанопроволок литографическими методами. Нанопечатная литография, изготовление штампов. Выбор резистов, полиметилметакрилат. Реактивное ионное травление. Литографически-индуцированная самосборка наноструктур. Кремниевые подложки, гомополимер, требования к маске. Принципы и перспективы развития метода.

**практическое занятие (1 часа(ов)):**

Обсуждение лекционного материала. Нанолитография.

**Тема 10. Мягкие методы.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Мягкие методы. Статистическая физика наносистем. Особенности фазовых переходов в малых системах. Типы внутри- и межмолекулярных взаимодействий. Гидрофобность и гидрофильность. Самосборка и самоорганизация. Мицеллообразование. Самособирающиеся монослои. Пленки Лэнгмюра - Блоджетт.

**практическое занятие (1 часа(ов)):**

Обсуждение лекционного материала. Самосборка и самоорганизация.

**Тема 11. Супрамолекулярная организация молекул. Молекулярное распознавание.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Супрамолекулярная организация молекул. Молекулярное распознавание. Полимерные макромолекулы, методы их получения. Самоорганизация в полимерных системах. Микрофазное расслоение блок-сополимеров. Дендримеры, полимерные щетки. Послойная самосборка полиэлектролитов. Супрамолекулярные полимеры.

**практическое занятие (1 часа(ов)):**

Обсуждение лекционного материала. Супрамолекулярные полимеры.

**Тема 12. Эпитаксиальные методы. Основные закономерности и виды химического осаждения из паровой фазы.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Эпитаксиальные методы. Основные закономерности и виды химического осаждения из паровой фазы. Эпитаксия из металлоорганических соединений и летучих неорганических гидридов. Источники компонент полупроводниковых материалов и твердых растворов.

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

Обсуждение лекционного материала. Эпитаксиальные методы.

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

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Оптика нанобъектов.	3	4		12	дискуссия
6.	Тема 6. Физико-химия наноструктурированных материалов.	3	6		12	дискуссия
7.	Тема 7. Основные принципы формирования наносистем.	3	7	подготовка к контрольной работе	12	контрольная работа
11.	Тема 11. Супрамолекулярная организация молекул. Молекулярное распознавание.	3	11	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа
	Итого				44	

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

- компьютерные презентации лекций;
- интерактивный опрос по разделам 1-6
- интерактивный опрос по разделам 7-12;
- компьютерная симуляция методов получения наноразмерных структур (лекция 2 );
- круглый стол по теме: "Физико-химия наноструктурированных материалов"

**6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов****Тема 1. Введение. Цели и задачи нанохимии.****Тема 2. Наноматериалы и направления нанохимии: существующие разработки и перспективы развития.****Тема 3. Наноструктурные элементы вещества, наноструктурные полимеры****Тема 4. Оптика нанобъектов.**

дискуссия , примерные вопросы:

Наноматериалы и направления нанохимии: существующие разработки и перспективы развития. Наноструктурные элементы вещества, наноструктурные полимеры. Оптика нанобъектов.

**Тема 5. Методы исследования наноразмерных систем.****Тема 6. Физико-химия наноструктурированных материалов.**

дискуссия , примерные вопросы:

Методы исследования наноразмерных систем. Основные принципы формирования наносистем. Субмикронные технологии.

**Тема 7. Основные принципы формирования наносистем.**



контрольная работа , примерные вопросы:

Вопросы контрольной работы: Наноматериалы и направления нанохимии: существующие разработки и перспективы развития. Наноструктурные элементы вещества, наноструктурные полимеры. Оптика нанобъектов. Методы исследования наноразмерных систем. Физико-химия наноструктурированных материалов.

**Тема 8. Субмикронные технологии.**

**Тема 9. Лазерное излучение: взаимодействие с поверхностью и применение в нанохимии.**

**Тема 10. Мягкие методы.**

**Тема 11. Супрамолекулярная организация молекул. Молекулярное распознавание.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Вопросы контрольной работы: Основные принципы формирования наносистем. Субмикронные технологии. Лазерное излучение: взаимодействие с поверхностью и применение в нанохимии. Мягкие методы. Супрамолекулярная организация молекул. Молекулярное распознавание. Эпитаксиальные методы. Основные закономерности и виды химического осаждения из паровой фазы.

**Тема 12. Эпитаксиальные методы. Основные закономерности и виды химического осаждения из паровой фазы.**

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Контрольные вопросы к самостоятельной работе студентов

Базовые термины и понятия. Основные классы наноразмерных систем

1. Дайте определения терминов: наночастица, наносистема, нанокомпозит, нанонаука, нанотехнология.

2. Классификация наноразмерных систем.

3. Квантовые наноструктуры с размерностью 0D-, 1D-, 2D-. Возможно ли получение структур с дробной размерностью:  $1 < D < 2$  или  $2 < D < 3$ ? Приведите примеры.

4. К каким типам наноразмерных систем следует отнести фуллериты, нанопористый кремний и стекла, содержащие небольшое количество диспергированных наноразмерных частиц металла?

5. Можно ли и на основании каких критериев молекулу ДНК рассматривать как нанобъект?

6. Типы композиционных наноматериалов. Костная ткань как биологический нанокомпозит.

Синтез наноматериалов

1. Основные технологические подходы, используемые для получения наноразмерных структур. Почему используют именно эти подходы?

2. Диспергационные и конденсационные методы синтеза нанопорошков и консолидированных наноматериалов.

3. Для получения каких наноматериалов используется метод интенсивной пластической деформации?

4. Способы получения нанопорошка, состоящего из частиц, примерно одинаковых по размеру.

5. Методы синтеза углеродных нанотрубок.

6. Сущность темплатного синтеза нановеществ.

Методы исследования наноразмерных систем

1. Прибор, позволяющий не только исследовать наносистемы, но и создавать их, манипулируя отдельными атомами. Принцип его работы.

2. Информация о нановеществе, получаемая с помощью метода рентгеновской дифракции.

3. Методы исследования механических свойств наноматериалов.

4. Возможности и ограничения спектроскопических методов исследования наноструктурированных объектов.

5. Сущность метода газовой адсорбции. Насколько точную информацию о размерах частиц нанопорошка позволяет получить данный метод?

6. Задача: С использованием газовой адсорбции установили, что 5 г. порошка сложного оксида  $Ba_4Ca_2Nb_2O_{11}$  сорбирует при н.у. 0.0208 г аргона. Рассчитайте площадь удельной поверхности порошка, если известно, что 1 см<sup>3</sup> Ar, адсорбированный в виде монослоя, при н.у. занимает площадь 4.73 м<sup>2</sup>. Оцените размер частиц порошка, предполагая, что частицы имеют шарообразную форму, а плотность вещества составляет 5.437 г/см<sup>3</sup>.

#### Физико-химия наноструктурированных материалов

1. Почему для объяснения особых свойств вещества в наноразмерном состоянии мы вспоминаем о свойствах поверхности? Чем поверхность отличается от объема вещества?

2. Поверхностная энергия. Методы определения поверхностных энергий твердых тел.

3. Отличие истинных и тривиальных размерных эффектов.

4. Известно, что объемный образец сульфида кадмия CdS при нормальных условиях имеет структуру сфалерита, однако при получении его в наноразмерной форме стабилизируется структура типа NaCl. Каким образом можно это объяснить?

5. Как можно объяснить тот факт, что для наночастиц золота при изменении диаметра от 20 до 2 нанометров температура плавления понижается более чем в два раза?

6. Условия, необходимые для самоорганизации наноразмерных структур.

#### Основные проблемы нанохимии

1. Основные проблемы, которыми занимается наука нанохимия.

2. Влияние размера частиц на особенности химических свойств вещества и на реакционную способность.

3. Причины низкой устойчивости наноразмерных систем. Способы обеспечения их стабильности.

4. Сущность композитного эффекта в проводимости. Объяснение данного явления.

5. Дайте определение понятию "неавтономное межфазное соединение". На основании каких данных можно судить о его образовании?

6. Объяснение образования эвтектик с позиции представлений о наносистемах.

#### Физические свойства нанообъектов

1. Особенности зонной структуры металлов и полупроводников в нанокристаллическом состоянии.

2. Изменение магнитных свойств вещества при переходе в наноразмерное состояние. Почему это происходит?

#### Нанотехнологии. Области использования и перспективы развития

1. Предмет наноэлектроники и нанофотоники. Перспективы дальнейшего развития данных областей знания.

2. Возможности использования наночастиц в каталитических процессах. Приведите примеры.

3. Наноматериалы какого класса называют "молекулярными ситами"? В каких технических процессах они могут быть использованы?

4. Использование нанотехнологии в различных областях медицины и возможные пути использования в будущем. Улучшение хирургического инструментария на основе нанотехнологий.

5. Использование нанотехнологии при создании топливных элементов. Приведите . примеры.

6. Области практического применения углеродных нанотрубок. Какие свойства данных материалов определяют возможность их использования?

### 7.1. Основная литература:

1. Стойков И.И., Евтюгин Г.А. Основы нанотехнологии и нанохимии: учебное пособие. Казань: Издательство Казанского (Приволжского) федерального университета. - 2010. - с.237
2. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. ? Издание 2-е, исправленное. ? Москва : Физматлит, 2009. ? 416 с.
3. Головин Ю.И. Основы нанотехнологий. - М.: Машиностроение, 2012. - 656 с.// <http://e.lanbook.com/view/book/5793/>
4. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. - 2-е изд., испр. - М.: Физматлит, 2009. - 416 с.// <http://e.lanbook.com/view/book/2173/>
5. Рамбиди Н.Г., Берёзкин А.В. Физические и химические основы нанотехнологий. - М.: Физматлит, 2009. - 456 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2291](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2291)

## **7.2. Дополнительная литература:**

1. Фахльман, Бредли Д. Химия новых материалов и нанотехнологии / Б. Фахльман; пер. с англ. Д. О. Чаркина, В. В. Уточниковой под ред. Ю. Д. Третьякова, Е. А. Гудилина.-Долгопрудный: Интеллект, 2011.-463 с., - 1 экз.
2. Дьячков П. Н. Электронные свойства и применение нанотрубок. Москва БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. 488 с.
3. Суздальев И. П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. Москва URSS [ЛИБРОКОМ, 2013. 589 с.

## **7.3. Интернет-ресурсы:**

- Nanotechweb.org это уникальный глобальный портал для нанотехнологий сообщества. - <http://nanotechweb.org/>
- Нанотехнологии - <http://www.nano-technology.org>
- Нанотехнологии и их применение - <http://nanoblog.ru/>
- Нанотехнологии и наноматериалы в России: официальный сайт потребителей нанотоваров и нанопуслуг - <http://www.nanoware.ru/>
- Российский электронный наножурнал - <http://www.nanojournal.ru/>

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

Освоение дисциплины "Наноматериалы и наносистемы" 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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. 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.

Система интерактивного опроса.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 020100.68 "Химия" и магистерской программе Хемоинформатика и молекулярное моделирование.

Автор(ы):

Стойков И.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Антипин И.С. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.