

Программа
краткосрочного повышения квалификации преподавателей и научных
работников высшей школы
по направлению
«Нанотехнологии»
на базе учебного курса
«Нанобиотехнология, нанобиотехника и наноструктуры»

Цель: курс предназначен для студентов, аспирантов, преподавателей и инженерно-технических работников вузов, предприятий и организаций, занимающихся научными исследованиями, проектированием, разработкой и эксплуатацией систем нанометрического масштаба в области бионанoeлектроники, биомедицины, бионаносистем в животном и растительном мире.

Категория слушателей: научные и инженерно-технические работники, преподавательский состав системы СОО, СПО и ВПО, студенты бакалавриата и магистры, аспиранты

Срок обучения: 36 часов

Форма обучения: дистанционно - очная

Режим занятий: продолжительность обучения составляет 36 академических часов (5 дней) с отрывом от производства и 36 часов – без отрыва от производства

Целью данного курса Целью данного курса является ознакомление с физическими основами нанобиотехники, принципами построения нанобиологии, нанобиотехники, проектированием резонанса, разработки и эксплуатацией систем нанометрического масштаба в области бионанoeлектроники, биомедицины, бионаносистем в животном и растительном мире. На примере сведений об общих вопросах развития нанотехнологии, манхэттенского проекта в области нанотехнологии и Германской программы рассматривается перспектива развития нанотехнологии в России.

Проводится лабораторный практикум по освоению навыков работы с приборами мониторинга нанобиообъектов и нанобиосистем с использованием современных приборов с учетом эффектов отражения и прохождения света через биообъекты, ядерно-магнитного резонанса.

Требования к уровню освоения учебного курса

Преподаватели должны:

- Знать:
 - принципы построения наноустройств;
 - методологию их применения в системах системах;
 - структуру наноустройств и систем.
- Иметь навыки:
 - сбора, систематизации и анализа научно-технической и другой профессиональной информации в области нанобиотехнологии;
 - включать приобретенные знания о нанобиотехнологии в уже имеющуюся систему знаний и применять эти знания в самостоятельных методических разработках;

- переносить полученных знания о нанобиотехнологии на смежные предметные области и к использованию этих знаний для построения междисциплинарных методических разработок.
- Иметь представление:
 - о теоретических моделях нанобиопроцессов и технологий;
 - о возможных механизмах синтеза нанобиоструктур;
 - о законах и уравнениях нанобиотехнологии;
 - о методах мониторинга нанобиоустройств и систем.

Научные работники должны:

- 1.Знать:
 - принципы построения нанобиоустройств;
 - методологию их применения в электромагнитных системах;
 - структуру нанобиоустройств и систем.
 - теоретические модели нанобиопроцессов и технологий;
 - законы и уравнения нанобиотехнологии.
- 2.Иметь навыки:
 - сбора, систематизации и анализа научно-технической и другой профессиональной информации в области нанобиотехнологии;
 - планирования и проведения исследований и экспериментов с использованием устройств нанобиотехнологии;
 - генерировать новые плодотворные научно-технические и инновационные идеи с использованием технологий нанобиотехнологии;
 - переносить полученных знания о нанобиотехнологиях на смежные предметные области и к использованию этих знаний для создания новых объектов техники и технологии и для инновационной деятельности.
- 3.Иметь представление:
 - о возможных механизмах синтеза нанобиоструктур;
 - о методах мониторинга нанобиоустройств и систем.

Учебный курс «**Нанобиотехнология, нанобиотехника и наноструктуры**» состоит из дистанционной и очной частей.

Дистанционная часть учебного образовательного курса обеспечивает слушателя необходимым объёмом знаний по выбранной тематике, включая подготовку слушателя к проведению лабораторного практикума. Задача дистанционной составляющей учебного курса – подготовить слушателя к очному посещению лаборатории в Казанском государственном техническом университете им. А.Н.Туполева.

В дистанционной (теоретической) части учебного курса изложены физические принципы построения и методологические основы применения нанобиоустройств в электротехнике. На примере биологических наноструктур, модулей сортировки молекул, микроскопического ротора из бактерий, ультратонкой топливной батареи и нанопирамидок из цепей ДНК демонстрируются возможности совершенствования количественных и качественных характеристик биосистем.

Теоретическая часть учебного курса состоит из семи лекций:

Лекция №1. Введение в нанобиотехнологию

Цель и задачи курса, структура курса, методика освоения материалов курса. Общие вопросы развития нанотехнологий, германская программа, программа развития нанотехнологий в России.

Лекция №2. Общие положения и мотивации нанотехники и нанотехнологии

Место наноструктурных объектов в пространственно-временной плоскости, характеристики и параметры, фундаментальные основы и области применения наноауки

и нанотехники. Структура нанотехники и иерархические особенности, некоторые конкретные нанотехнологии в рамках двух диаметрально противоположных подходов.

Лекция №3. Физические основы нанотехники

Роль свободных и внутренних поверхностей, объекты нанотехники и их типичные размеры, физические причины специфики нанообъектов, наиболее важных для нанотехники, зависимость средних размеров, наночастицы и доли атомов в поверхностном слое, эффект супермагнетизма.

Лекция №4. Нанобиологические материалы

Биологические строительные блоки, размер, понятие строительной молекулы бактериофага, связь наночастиц с молекулярной массой и плотностью, типичные размеры различных биообъектов в нано- и микрометровом диапазоне. Полепептидная наночастица и белковые наночастицы. Нуклеиновые кислоты, двойная цепь ДНК, генетический код и синтез белка.

Лекция №5. Биологические наноструктуры

Мицеллы и везикулы, ПАВ, многослойные пленки. Схема последовательного процесса адсорбции при образовании полиионной пленки.

Лекция №6. Методы исследования, анализа и аттестации наноструктур

Методы анализа исследования макроструктуры и макросвойства, связь состава микросвойств материала, задачи микроструктурного анализа, физические основы, физические основы наиболее распространенных активных методов исследования наноструктур.

Лекция №7. Нанобиотехнологии и применение нанотехнологий в медицине

Вопросы быстрой сортировки молекул, микроскопический ротор из бактерий, гексагональная наноструктура с включением железа и рутения, нетрадиционная ультратонкая топливная батарея, нанопирамидка из цепей ДНК. Наноматериалы с повышенной контрастностью на магнитно-резонансных изображениях, применение полимерных частиц против рака.

Очная (экспериментальная) часть учебного курса заключается в изучении принципов электронной микроскопии биообъектов на отражательном микроскопе «mini-10».

Методические рекомендации по реализации учебной программы

На дистанционную и очную части учебного курса отводится по 18 часов соответственно. Полное содержание лекций в электронной дистанционной части учебного курса находится на сайте www.nanoobr.ru. Для контроля степени освоения теоретической части учебного курса (лекций) используются **тестовые вопросы** для самопроверки и **контрольные вопросы**.

Тестовые вопросы к курсу

«Нанобиотехнология, нанобиотехника и наноструктуры»

Лекция №1. Введение в нанобиотехнологию.

1. Каким качеством обладает лак с включением керамических наночастиц, созданный в рамках программы NanoMobil?

- А. Повышенной водоотталкиваемостью
В. Эстетически более красивый
- Б. В 3 раза повышенной устойчивостью к царапинам
Г. Возможностью самоочищения

Ответ:

2. Для каких элементов автомобиля произведены наноразработки по снижению коэффициента трения?

- А. Для поверхности шин
В. Для элементов подшипников
- Б. Для корпуса
Г. Для элементов редукторов

Ответ:

3. Сколько (в рублях) должен составить объем продаж российской продукции наноиндустрии к 2015 году?

- А. 900 млн
В. 90 млрд
- Б. 9 млрд
Г. 900 млрд

Ответ:

4. Какая доля (в %) исследователей до 39 лет, проводящих исследования в области наноиндустрии, планируется к 2015 году?

- А. 50
В. 75
- Б. 25
Г. 100

Ответ:

5. Какая доля (в %) отечественной продукции наноиндустрии планируется к 2015 году в общем объеме нанопродуктов, реализованных на мировом рынке высоких технологий?

- А. 15
В. 25
- Б. 10
Г. 3

Ответ:

Лекция №2. Общие положения и мотивации нанотехники и нанотехнологии

1. Как должна изменяться плотность транзисторов в современных интегральных микросхемах каждые 18 месяцев согласно распространенной формулировке эмпирических законов Мура?

- А. удваиваться
В. учетверяться
- Б. утраиваться
Г. снижаться в 1,5 раза

Ответ:

2. Какие две стратегии используются для создания сложных наноэлектронных схем?

- А. «справа налево» и «слева направо»
В. вверх и вниз по диагонали
- Б. «сверху вниз» и «снизу вверх»
Г. «вверх-вперед» и «вниз-назад»

Ответ:

3. Как создают наноэлектронные системы при использовании стратегии «сверху вниз»?

- А. В объемном материале
В. На плоскости
- Б. Из элементарных атомно-молекулярных блоков, путем их сборки (самосборки)
Г. Дискретно

Ответ:

4. Как создают нанoeлектронные системы при использовании стратегии «снизу вверх»?

- А. В объемном материале
В. На плоскости
- Б. Из элементарных атомно-молекулярных блоков, путем их сборки (самосборки)
Г. Дискретно

Ответ:

5. Какая из наностратегий присуща живым системам?

- А. «сверху вниз»
В. И «сверху вниз», и «снизу вверх»
- Б. «снизу вверх»
Г. Ни одна из перечисленных

Ответ:

Лекция №3. Физические основы нанотехники

1. Из-за чего может произойти атомная реконструкция?

- А. Нагревание
В. Облучением соответствующей волной
- Б. Охлаждение
Г. В результате ненасыщенности связей на поверхности

Ответ:

2. Как называется эффект, когда под действием тепловых колебаний вектор самопроизвольного намагничивания начинает хаотически флуктуировать

- А. Параэлектромагнетизм
В. Электромагнетизм
- Б. Парамагнетизм
Г. Суперпарамагнетизм

Ответ:

3. Отличается ли положение атомов, дислоцированных в поверхностном слое от атомов внутренних слоев?

- А. Да
В. Не всегда
- Б. Нет
Г. Редко

Ответ:

Лекция №4. Субволновая нанофотоника: теория, квантовые точки, нелинейные явления и плазмоны

1. С помощью какого устройства можно наблюдать наноразмерные объекты?

- А. Световой микроскоп
В. Рентген-аппарат
- Б. Электронный микроскоп
Г. Спектрофотометр

Ответ:

2. Какой характерный размер имеет белок гемоглобин?

- А. 4,8 нм
- В. 480 нм

- Б. 48 нм
- Г. 4,8 мкм

Ответ:

3. Какими связями удерживается скрученная система полипептидных наноцепей в компактной структуре белка?

- А. С-N пептидной связью
- В. Дисульфидными связями

- Б. Слабыми водородными и дисульфидными
- Г. Аминогруппой

Ответ:

4. Какими связями соединяются аминокислоты в цепочки?

- А. С-N пептидной связью
- В. Дисульфидными связями

- Б. Слабыми водородными и дисульфидными
- Г. Аминогруппой

Ответ:

5. Какие связи в глобальной упаковке третичной структуры белка?

- А. С-N пептидная связь
- В. Дисульфидные связи

- Б. Слабые водородные и дисульфидные
- Г. Аминогруппы

Ответ:

Лекция №5. Мониторинг нанофотонных телекоммуникационных систем на различных стадиях их жизненного цикла

1. Что является главным компонентом соединительной ткани, также находится в хрящах, костях и сухожилиях?

- А. Коллаген
- В. Миозин

- Б. Фибрин
- Г. актин

Ответ:

2. Какие аминокислоты называются «неприродными», «неестественными»?

- А. Глицин
- В. Аланин

- Б. Триптофан
- Г. Те аминокислоты, которые не входят в набор из 20, имеющих кодоны ДНК

Ответ:

3. Что называется поверхностно-активным веществом (ПАВ)?

- А. Адсорбент
- В. Амфифильное вещество

- Б. Абсорбент
- Г. Растворитель

Ответ:

4. Как называется мутная коллоидная система капель микронных размеров одной несмешивающейся жидкости, диспергированной в другой?

А. Эмульсия
В. Гель

Б. Суспензия
Г. Пена

Ответ:

5. Что осаждается в поры слоев органического материала при биоминерализации клеток моллюсков?

А. Сульфид железа
В. Сульфид меди

Б. Карбонат стронция
Г. Карбонат кальция

Ответ:

Лекция №6. Методы исследования, анализа и аттестации наноструктур

1. В какой области уже перестают быть адекватными приемы, описываемые в таких традиционных дисциплинах, как сопротивление материалов, электротехника, гидравлика и т.п.?

А. > 500 нм
В. < 100 нм

Б. < 100 мкм
Г. > 100 нм

Ответ:

2. Что из перечисленного относится к теоретико-аналитическим подходам?

А. Методы квантовой механики
В. Термодинамика равновесных и неравновесных систем
Д. Методы мезомеханики

Б. Методы молекулярной динамики
Г. Методы полуэмпирические инженерные
Е. Методы динамики атомарных структурных дефектов

Ответ:

3. Что из перечисленного относится к теоретико-аналитическим подходам?

А. Методы квантовой механики
В. Термодинамика равновесных и неравновесных систем
Д. Методы мезомеханики

Б. Методы молекулярной динамики
Г. Методы полуэмпирические инженерные
Е. Методы динамики атомарных структурных дефектов

Ответ:

Лекция №7. Нанобиотехнологии и применение нанотехнологий в медицине

1. Какой самый распространенный инструмент нанотехнолога?

А. Атомно-силовой микроскоп
В. Флуоресцентный микроскоп

Б. Электронный штангенциркуль
Г. Секвенатор

Ответ:

2. От чего напрямую зависит скорость перемещения ДНК под действием электрофореза?

- А. От длины молекулы
- В. От температуры

- Б. От структуры
- Г. От ориентации

Ответ:

3. Какую бактерию использовали для вращения микроскопического ротора?

- А. *Esherichia coli*
- В. *Bacillus Subtilis*

- Б. *Mycoplasma mobile*
- Г. *V. methylicum*

Ответ:

4. Благодаря чему получали энергию бактерии, используемые для вращения микроскопического ротора?

- А. АТФ
- В. Глюкоза

- Б. Креатинфосфат
- Г. Ультратонкая топливная батарея

Ответ:

5. Что из нанопродуктов может быть использовано в качестве контейнеров для доставки лекарств?

- А. Ультратонкая топливная батарея
- В. Микроскопический ротор из бактерий

- Б. Гексагональная наноструктура с включениями атомов железа и рутения
- Г. Нанопирамидки из цепей ДНК

Ответ:

Контрольные вопросы для проверки материала в количестве 25 вопросов

1. Нанобиотехнологии: терминология, основные подходы к определению предмета исследований
2. Основные тенденции развития нанобиотехнологий
3. Биотехнологические системы наноразмерного масштаба
4. Общие положения и мотивации нанотехники и нанотехнологии
5. Физические основы нанотехники
6. Классификация нанобиоструктур
7. Нанобиологические материалы
8. Биологические наноструктуры
9. Схема последовательного процесса адсорбции при образовании полиионной пленки
10. Методы исследования, анализа и аттестации наноструктур
11. Физические основы наиболее распространенных активных методов исследования наноструктур
12. Методы анализа исследования макроструктуры и макросвойства
13. Связь состава микросвойств материала
14. Задачи микроструктурного анализа
15. Нанобиотехнологии и применение нанотехнологий в медицине
16. Вопросы быстрой сортировки молекул
17. Микроскопический ротор из бактерий
18. Гексагональная наноструктура с включением железа и рутения
19. Нетрадиционная ультратонкая топливная батарея
20. Нанопирамидка из цепей ДНК

21. Наноматериалы с повышенной контрастностью на магнитно-резонансных изображениях
22. Применение полимерных частиц против рака
23. Структура нанотехники и иерархические особенности, некоторые конкретные нанотехнологии в рамке двух диаметрально противоположных подходов
24. Место наноструктурных объектов в пространственно-временной плоскости, характеристики и параметры
25. Фундаментальные основы и области применения нанонауки и нанотехники

В конце очной части учебного курса слушатели готовят отчеты по **темам контрольных рефератов**, которые используются для контроля степени усвоения всего учебного курса на базе экспериментальных результатов и их обработки с применением знаний из дистанционной части курса.

**Темы контрольных рефератов по курсу
«Наноптоника и дифракционная оптика в телекоммуникациях»**

1. Нанобиотехнологии в производстве.
2. Материалы бионанотехнологий.
3. Методы нанобиотехнологии.
4. Самосборка нанобиоструктур.
5. Биологические строительные блоки.
6. Эффект супермагнетизма.
7. Микроскопия бионаноструктур.
8. Мицеллы и везикулы.
9. Многослойные пленки.
10. Биологические объекты нанометрового диапазона.

Учебно-тематический план

№	Название учебного курса и лекций	Всего, час.	в том числе (указать часы)			Форма контроля
			Дистанционные лекции (самостоятельное изучение, дистанционное общение с преподавателем, вопросы-ответы через email, форум, чат и др.)	Самостоятельная работа. Подготовка ответов на контрольные вопросы	Очный практикум или другое практическое задание	
1	2	3	4	5	6	7
	“Нанобиотехнологии”	36	14	4	18	Тесты для самотестирования
1	<u>Лекция №1. Введение:</u> Цель и задачи курса, структура курса, методика освоения материалов курса. Общие вопросы.		1	0,5		Контрольные вопросы (электронная зачётка (ЭЗ))
2	<u>Лекция №2. Общие положения и мотивации нанотехники и нанотехнологии:</u>		2	1	9	Электронная микроскопия биообъектов на отражательном микроскопе «mini-10»
3	<u>Лекция №3. Физические основы нанотехники:</u>		4	0,5		
4.	<u>Лекция №4. Нанобиологические материалы:</u>		2	0,5		Контрольные вопросы (ЭЗ)
5.	<u>Лекция №5. Биологические наноструктуры, мицеллы и везикулы, ПАВ, многослойные пленки.</u>		1	0,5		
6.	<u>Лекция №6. методы исследования, анализа и аттестации наноструктур</u>		2	0,5		
7.	<u>Лекция №7. Нанобиотехнологии и применение нанотехнологий в медицине:</u>		2	0,5		
	Итоговый контроль		Тесты для самотестирования	Контрольные вопросы (ЭЗ)	Реферат	Реферат

**Список литературы (основной и дополнительной),
а также других видов учебно-методологических материалов и пособий,
необходимых для изучения
(конспектов лекций, видеолекций, лазерных дисков и др.)
в количестве - 8**

1. Мир электроники: Нано- и микросистемная техника. От исследований к разработкам/ Сборник статей под редакцией д.т.н., профессора П.П. Мальцева. – М., Техносфера, 2005
2. Нанотехнологии в электронике / Под редакцией Ю.А. Чаплыгина – М., Техносфера, 2005
3. Ю.И. Головин Введение в нанотехнику. – М.: Машиностроение, 2007. – 496 с: ил.
4. Ч. Пул, Ф. Оуэнс Мир материалов и технологий: Нанотехнологии /Перевод с английского под редакцией Ю.И. Головина. – М., Техносфера, 2004
5. Мир материалов и технологий: Нанотехнологии. Наноматериалы. Наносистемная техника. Мировые достижения – 2008 г/ Сборник под редакцией д.т.н., профессора П.П. Мальцева. – М., Техносфера, 2008
6. Холодов Ю.А. Мозг в электромагнитных полях. М.: Наука, 1982

**Полное содержание лекций в электронной дистанционной части
учебного курса на сайте www.nanoobr.ru**

Программу составил
д.т.н., профессор

Г.А.Морозов

Инженер

Н.Х. Галлямов