

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ

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

_____ 20__ г.

Программа дисциплины
Основы нанотехнологий Б1.В.ДВ.5

Направление подготовки: 01.03.01 - Математика

Профиль подготовки: Общий профиль

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Деминов Р.Г.

Рецензент(ы):

Авхадиев Ф.Г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Прошин Ю. Н.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No

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) доцент, к.н. (доцент) Деминов Р.Г. Кафедра теоретической физики Отделение физики, Raphael.Deminov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Основы нанотехнологий" являются изучение фундаментальных понятий и ознакомление с современным состоянием нанотехнологии - инструментов, наноматериалов и их применений, оптики наноструктур и фотоники, наноэлектроники

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.5 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.01 Математика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина входит в вариативную часть цикла естественнонаучных дисциплин как дисциплина по выбору (Б.2). Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: математический анализ, алгебра, аналитическая геометрия, дифференциальные уравнения, теоретическая механика. Освоение дисциплины будет способствовать успешной профессиональной деятельности, позволит в дальнейшем изучать курсы общенаучного и профессионального циклов основной образовательной программы магистратуры

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способность к самостоятельной научно-исследовательской работе
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	способность находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способность строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способность передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженной в терминах предметной области изучавшегося явления
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способность использовать методы математического и алгоритмического моделирования при анализе управленческих задач в научно-технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

2. должен уметь:

3. должен владеть:

4. должен демонстрировать способность и готовность:

способность к самостоятельной научно-исследовательской работе;

способность находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем;

способность строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата;

способность использовать методы математического и алгоритмического моделирования при анализе управленческих задач в научно-технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний;

готовность передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженной в терминах предметной области изучавшегося явления;

готовность к дальнейшему обучению.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 8 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	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
1.	Тема 1. Введение	8	1	2	2	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Инструменты нанотехнологии	8	2-3	4	4	0	Письменная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
3.	Тема 3. Наноматериалы	8	4-5	4	4	0	Устный опрос
4.	Тема 4. Применения наноматериалов	8	6-7	4	4	0	Письменная работа
5.	Тема 5. Оптика и нанофотоника	8	8	2	2	0	Устный опрос
6.	Тема 6. Нанoeлектроника	8	9-11	4	6	0	Презентация
.	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Зачет
	Итого			20	22	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Научные революции. Виды нанотехнологий и наномашин. Молекулярные и атомные размеры. Поверхности и низкоразмерные системы. Нанотехнологии междисциплинарная область науки, объединяющая усилия физиков, математиков, химиков, биологов и инженеров-электроников

практическое занятие (2 часа(ов)):

семинар по видам нанотехнологий и наномашин, поверхностям и низкоразмерным системам.

Тема 2. Инструменты нанотехнологии

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Пути создания нанообъектов - сверху вниз - top down и снизу вверх - bottom up. Электронный микроскоп. Сканирующий электронный микроскоп. Трансмиссионный (просвечивающий) электронный микроскоп. Сканирующий туннельный микроскоп. Наноманипуляторы. Нанопинцеты.

практическое занятие (4 часа(ов)):

семинар и письменная работа по электронным микроскопам.

Тема 3. Наноматериалы

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Что такое наноматериалы? Изготовление. Плазмотрон. Химическое осаждение из газовой фазы. Золь-гель метод. Метод электроосаждения. Метод размалывания (шаровые мельницы). Использование естественных наноматериалов. Роль углерода в наномире. Новые формы углерода - графен, фуллерен, углеродные нанотрубки. Формирование нанотрубок - методы и реагенты, дуговой разряд в присутствии кобальта, лазерные методы, метод химического электроосаждения.

практическое занятие (4 часа(ов)):

семинар по методам изготовления наноматериалов.

Тема 4. Применения наноматериалов

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Изоляционные материалы. Станочные системы. Люминофоры. Автомобиле- и самолетостроение. Медицинские имплантаты и другие применения в медицине. Применение нанотрубок. Электроника. Аккумуляирование водорода. Материалы. Механические устройства. Космический лифт.

практическое занятие (4 часа(ов)):

письменная работа по применениям наноматериалов.

Тема 5. Оптика и нанофотоника

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Свойства света и нанотехнологии. Отражение света. Прохождение света. Поляризация света. Излучение света. Взаимодействие света и нанотехнологии. Захват фотона и плазмоны. Диэлектрическая постоянная и поляризация. Показатель преломления. Нанополости и фотоны. Окна и оптические поглотители, основанные на наночастицах. Фотонные кристаллы, поверхностные волноводы и контроль прохождения света.

практическое занятие (2 часа(ов)):

семинар по нанофотонике.

Тема 6. Нанозлектроника

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Полевой транзистор - основной элемент цифровых электронных схем. История создания и современное воплощение. Инструменты микро- и наноизготовления. Фотолитография. Электронно-лучевая литография. Атомная литография. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Устройства квантовой электроники. Транзисторы с высокой подвижностью электронов. Квантово-интерференционный транзистор. Одноэлектронный транзистор. Углеродные нанотрубки - будущие элементы нанотранзисторов. Квантовая информация и квантовые компьютеры - основные представления.

практическое занятие (6 часа(ов)):

семинар по нанозлектронике, презентация по нанотехнологиям.

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
1.	Тема 1. Введение	8	1	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
2.	Тема 2. Инструменты нанотехнологии	8	2-3	подготовка к письменной работе	5	письменная работа
3.	Тема 3. Наноматериалы	8	4-5	подготовка к устному опросу	5	устный опрос
4.	Тема 4. Применения наноматериалов	8	6-7	подготовка к письменной работе	5	письменная работа
5.	Тема 5. Оптика и нанофотоника	8	8	подготовка к устному опросу	5	устный опрос
6.	Тема 6. Нанозлектроника	8	9-11	подготовка к презентации	7	презентация
	Итого				30	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Активные и интерактивные формы проведения занятий.

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

Тема 1. Введение

устный опрос , примерные вопросы:

1. Виды научных революций. 2. Связанные с научными революциями промышленные эпохи. 3. Виды нанотехнологий и наномашин. 4. Молекулярные и атомные размеры. 5. Объемные (трехмерные) структуры. 6. Квазидвумерные структуры. 6. Квазиодномерные структуры. 7. Нуль-мерные структуры (квантовые точки). 8. Определение нанонауки. 9. Зависимость свойств материалов от характерных размеров структуры. 10. Нанотехнологии - междисциплинарная область науки.

Тема 2. Инструменты нанотехнологии

письменная работа , примерные вопросы:

1. Пути создания наноструктур - сверху вниз и снизу вверх. 2. Человеческий глаз - естественная оптическая система. 3. Оптический микроскоп. 4. Электронный микроскоп. 5. Сканирующий электронный микроскоп. 6. Трансмиссионный (просвечивающий) электронный микроскоп. 7. Сканирующий туннельный микроскоп. 8. Атомно-силовой микроскоп. 9. Магнитно-силовой микроскоп. 10. Атомные манипуляции и дизайн. Нанолитография.

Тема 3. Наноматериалы

устный опрос , примерные вопросы:

1. Изготовление. Плазмотрон. 2. Химическое осаждение из газовой фазы. 3. Золь-гель метод. 4. Метод электроосаждения. 5. Метод размалывания (шаровые мельницы). 6. Использование естественных наноматериалов. 7. Роль углерода в наном мире. 8. Новые формы углерода - графен, фуллерен, углеродные нанотрубки. 9. Формирование нанотрубок - методы и реагенты, дуговой разряд в присутствии кобальта. 10. Формирование нанотрубок - лазерные методы, метод химического электроосаждения.

Тема 4. Применения наноматериалов

письменная работа , примерные вопросы:

1. Изоляционные материалы. 2. Станочные системы. 3. Люминофоры. 4. Автомобиле- и самолетостроение. 5. Медицинские имплантаты и другие применения в медицине. 6. Применение нанотрубок. Электроника. 7. Применение нанотрубок. Аккумулирование водорода. 8. Применение нанотрубок. Материалы. Механические устройства. Космический лифт. 9. Применение фуллеренов. 10. Применение графена.

Тема 5. Оптика и нанофотоника

устный опрос , примерные вопросы:

1. Отражение света. 2. Прохождение света. 3. Поляризация света. 4. Излучение света. 5. Захват фотона и плазмоны. 6. Диэлектрическая постоянная и поляризация. Показатель преломления. 7. Нанополости и фотоны. 8. Окна и оптические поглотители, основанные на наночастицах. 9. Фотонные кристаллы. 10. Поверхностные волноводы и контроль прохождения света.

Тема 6. Нанoeлектроника

презентация , примерные вопросы:

1. Полевой транзистор - основной элемент цифровых электронных схем. История создания и современное воплощение. 2. Фотолитография. 3. Электронно-лучевая литография. 4. Атомная литография. 5. Молекулярно-лучевая эпитаксия. 6. Транзисторы с высокой подвижностью электронов. 7. Квантово-интерференционный транзистор. 8. Одноэлектронный транзистор. 9. Углеродные нанотрубки и графен - будущие элементы нанотранзисторов. 10. Квантовая информация и квантовые компьютеры - основные представления.

Итоговая форма контроля

зачет (в 8 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

Вопросы к зачету.

1. Виды нанотехнологий и наномашин.
2. Молекулярные и атомные размеры. Поверхности и низкоразмерные системы.
3. Пути создания нанообъектов - сверху вниз - top down и снизу вверх - bottom up.
4. Оптический микроскоп. Электронный микроскоп.
5. Сканирующий (растровый) электронный микроскоп.
6. Трансмиссионный (просвечивающий) электронный микроскоп.
7. Сканирующий туннельный микроскоп.
8. Атомно-силовой микроскоп.
9. Электросилового зондовый микроскоп. Магнитно-силовой микроскоп.
10. Атомные манипуляции и дизайн. Нанолитография.
11. Наноматериалы.
12. Наноматериалы. Изготовление. Дуговая плазма.
13. Наноматериалы. Изготовление. Химическое осаждение из газовой фазы.
14. Наноматериалы. Изготовление. Золь-гель синтез.
15. Наноматериалы. Изготовление. Электроосаждение.
16. Наноматериалы. Изготовление. Размалывание.
17. Наноматериалы. Изготовление. Естественные частицы.
18. Новые формы углерода - фуллерен, углеродные нанотрубки.
19. Получение фуллеренов и нанотрубок.
20. Графен.
21. Применения наноматериалов. Нанокпозиционные материалы.
22. Применения наноматериалов. Нанопористые материалы.
23. Применения наноматериалов. Функциональные материалы.
24. Применение фуллеренов.
25. Применение нанотрубок.
26. Применение графена.
27. Нанoeлектроника. Общие сведения.
28. Нанoeлектроника. Основные функции.
29. Нанoeлектроника. Фундаментальные пределы миниатюризации.

7.1. Основная литература:

1. Байков, Ю.А. Физика конденсированного состояния. [Электронный ресурс] / Ю.А. Байков, В.М. Кузнецов. - Электрон. дан. - М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 296 с. - URL: <http://e.lanbook.com/book/70766>
2. Кузнецов, Н.Т. Основы нанотехнологии. [Электронный ресурс] / Н.Т. Кузнецов, В.М. Новоторцев, В.А. Жабров, В.И. Марголин. - Электрон. дан. - М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. - 400 с. - URL: <http://e.lanbook.com/book/94129>
3. Шишкин, Г.Г. Нанoeлектроника. Элементы, приборы, устройства. [Электронный ресурс] / Г.Г. Шишкин, И.М. Агеев. - Электрон. дан. - М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 411 с. - URL: <http://e.lanbook.com/book/66208>

7.2. Дополнительная литература:

1. Петров Ю. В. Основы физики конденсированного состояния: Учебное пособие / Ю.В. Петров. - Долгопрудный: Интеллект, 2013. - 216 с. ISBN 978-5-91559-110-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/484938>
2. Борисенко, В.Е. Наноэлектроника: теория и практика. [Электронный ресурс] / В.Е. Борисенко, А.И. Воробьева, Е.А. Уткина, А.Л. Данилюк.- Электрон. дан. - М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 369 с. - URL: <http://e.lanbook.com/book/84103>

7.3. Интернет-ресурсы:

журнал НАНОСТРУКТУРЫ. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ - <http://www.nano-journal.ru/>

Популярные НаноТехнологии - <http://popnano.ru>

сайт Института математического моделирования РАН - <http://www.imamod.ru/>

сайт Нанотехнологии - <http://www.nanonewsnet.ru/>

электронная библиотечная система Издательства Лань - <http://e.lanbook.com/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Основы нанотехнологий" 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.

Учебные аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий, ноутбук, мультимедийный проектор, экран.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.01 "Математика" и профилю подготовки Общий профиль .

Автор(ы):

Деминов Р.Г. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Авхадиев Ф.Г. _____

"__" _____ 201__ г.