

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. Д.А. Таюрский

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Основы нанотехнологий

Направление подготовки: 01.03.01 - Математика

Профиль подготовки: Общий профиль

Квалификация выпускника: бакалавр

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) доцент, к.н. (доцент) Деминов Р.Г. (Кафедра теоретической физики, Отделение физики), Raphael.Deminov@kpfu.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
ОПК-2	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК-3	способностью к самостоятельной научно-исследовательской работе
ОПК-4	способностью находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем
ПК-1	способностью к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области
ПК-2	способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики
ПК-3	способностью строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата
ПК-6	способностью передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженной в терминах предметной области изучавшегося явления
ПК-7	способностью использовать методы математического и алгоритмического моделирования при анализе управленческих задач в научно-технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен уметь:

Должен владеть:

Должен демонстрировать способность и готовность:

способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;

способностью к самостоятельной научно-исследовательской работе;

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

способностью к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области;

способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики;

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

способностью 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.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.5 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.01 "Математика (Общий профиль)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе в 8 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 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 42 часа(ов), в том числе лекции - 20 часа(ов), практические занятия - 22 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 30 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 8 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. Введение	8	2	2	0	3
2.	Тема 2. Инструменты нанотехнологии	8	4	4	0	5
3.	Тема 3. Наноматериалы	8	4	4	0	5
4.	Тема 4. Применения наноматериалов	8	4	4	0	5
5.	Тема 5. Оптика и нанофотоника	8	2	2	0	5
6.	Тема 6. Наноэлектроника	8	4	6	0	7
	Итого		20	22	0	30

### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

#### Тема 1. Введение

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.

#### Тема 2. Инструменты нанотехнологии

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.

#### Тема 3. Наноматериалы

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 наном мире. Новые формы углерода - графен, фуллерен, углеродные нанотрубки. Формирование нанотрубок - методы и реагенты, дуговой разряд в присутствии кобальта, лазерные методы, метод химического электроосаждения

#### Тема 4. Применения наноматериалов

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

### **Тема 5. Оптика и нанофотоника**

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

### **Тема 6. Наноэлектроника**

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.

## **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

Курс Фундаментальные основы нанотехнологий - <http://popnano.ru/studies/index.php?task=view&id=207>

Лекция 4.1. Нано в природе и "древности" - <https://www.youtube.com/watch?v=0eo5AUDCFzQ>

Научно-образовательный центр по нанотехнологиям МГУ - <http://nano.msu.ru/education/courses/basics>

## **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 (модуля).

### **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)**

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/>

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

Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов.

После каждой лекции студенту следует внимательно прочитать и разобрать конспект, при этом:

-Понять и запомнить все новые определения.

-Понять все математические выкладки и лежащие в их основе физические положения и допущения; воспроизвести все выкладки самостоятельно, не глядя в конспект.

-Выполнить или доделать выкладки, которые лектор предписал сделать самостоятельно (если таковые имеются).

-Если лектор предписал разобрать часть материала более подробно самостоятельно по доступным письменным или электронным источникам, то необходимо своевременно это сделать.

-При возникновении каких-либо трудностей с пониманием материала рекомендуется попросить помощи у своих одногруппников или сокурсников. Также можно обратиться за помощью к лектору. Для этого можно лично подойти к преподавателю, либо написать ему электронное письмо, сформулировав в нём возникающие вопросы. К письму можно прикрепить какие-либо электронные материалы, связанные с возникшими вопросами, например, отсканированные или сфотографированные листочки с рукописными комментариями, пометками, выкладками и т.п.

Подготовка к устному опросу и письменной работе.

Устный опрос и письменная работа проводятся с целью проверить, как на данном этапе обучения усвоен лекционный материал и/или материал, отведённый на самостоятельное изучение. Рекомендации по изучению соответствующих материалов приведены выше. При подготовке следует иметь в виду, что во время устного опроса и при выполнении письменной работы:

-нужно уметь сформулировать определения изученных величин, понятий и т.д.;

-нужно уметь сформулировать изученные законы, теоремы, утверждения, постулаты и т.д.,

-по каждой теме или подтеме нужно уметь вкратце словами раскрыть суть того, что в ней излагается (в случае письменной работы дать развернутое изложение);



-нужно уметь сформулировать словами, на чем основаны доказательства изученных утверждений и формул, указать сделанные при этом приближения и принятые допущения.

Подготовка к коллоквиуму. Коллоквиум проводится с целью проверить, как на данном этапе обучения усвоен лекционный материал и/или материал, отведённый на самостоятельное изучение. Рекомендации по изучению соответствующих материалов приведены выше.

Подготовка презентации.

Получив конкретную тему презентации, её нужно подготовить в отведенный для этого срок. При подготовке презентации обязательно следует привести список использованных источников с подробным библиографическим описанием и гиперссылками, если электронные версии источников доступны в сети Интернет. При этом, как можно детальнее должно быть указано, какие элементы презентации на основе каких источников написаны.

Этапы подготовки презентации:

1. Продумывание структуры
2. Разработка содержания
3. Выбор стиля
4. Подбор иллюстративного материала.

Компоненты презентации:

1. Открывающая часть
2. Введение
3. Основная часть
4. Заключение
- ? Подведение итогов
- ? Список использованных источников

Дополнительные рекомендации по подготовке презентаций:

1. Используйте для названий и текста только ключевые слова!
2. Следует ограничить использование ТОЛЬКО ЗАГЛАВНЫХ БУКВ
3. Не злоупотребляйте ярким фоном там, где это отвлекает от содержания. Помните о сочетаемости цветов и физиологии восприятия.
4. Выбирая эффекты, думайте о тех, на кого они рассчитаны!
5. И помните: не следует читать содержание слайда (это могут сделать сами слушатели), лучше комментируйте его тезисы!

Подготовка к зачету.

При систематической работе в семестре подготовка к зачету состоит в повторении изученных ранее тем и вопросов лекционного материала.

#### **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 01.03.01 "Математика" и профилю подготовки "Общий профиль".



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

Направление подготовки: 01.03.01 - Математика

Профиль подготовки: Общий профиль

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

#### 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. Жабрев, 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>

#### 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. Нанoeлектроника: 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>

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

Направление подготовки: 01.03.01 - Математика

Профиль подготовки: Общий профиль

Квалификация выпускника: бакалавр

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.