

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

<b>Код модуля</b>	<b>Модуль</b>
1147294	Развитие наноинженерии

**Екатеринбург**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Наноинженерия	<b>Код ОП</b> 1. 28.03.02/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Наноинженерия	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 28.03.02

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Вохминцев Александр Сергеевич	кандидат физико- математических наук, доцент	Доцент	физических методов и приборов контроля качества
2	Штанг Татьяна Владимировна	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	физических методов и приборов контроля качества

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Развитие наноинженерии

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Развитие наноинженерии» ориентирован на знакомство с основными понятиями в области наноинженерии. В результате освоения модуля студенты получают представление об истории и основных направлениях развития нанотехнологий, их возможностях использования в науке и технике. Проект по модулю будет состоять из теоретической, аналитической и проектной части. Тематика проекта связана с анализом устройства, материала или изделия в области наноинженерии. Проект по модулю направлен на формирование у студентов навыков анализа информации, сравнения объектов исследования и определения возможности улучшения продукта или устройства. Результат проекта – пояснительная записка, презентация проекта.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Проект по модулю Развитие наноинженерии	2
2	История развития наноинженерии	3
ИТОГО по модулю:		5

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
История развития наноинженерии	УК-2 - Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из	3-1 - Характеризовать базовые принципы системного анализа и принятия решений 3-2 - Описывать процедуры планирования профессиональной, в том числе проектной, деятельности

<p>действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>У-1 - Определять круг задач, цели, основные этапы и направления реализации задач профессиональной, в том числе проектной, деятельности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений</p> <p>У-2 - Выбирать оптимальные способы решения профессиональных задач с учетом действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p> <p>У-3 - Вырабатывать алгоритмы решения задач в процессе интеллектуальной деятельности</p> <p>П-1 - Формировать план-график реализации задач в рамках поставленной цели и план контроля ее выполнения</p> <p>П-2 - Предлагать способы решения поставленных задач, прогнозировать результаты профессиональной деятельности с учетом действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p> <p>Д-1 - Проявлять аналитические умения, способность решать задачи в нестандартных ситуациях</p>
<p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества</p>	<p>З-1 - Привести примеры основных закономерностей развития природы, человека и общества</p> <p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p> <p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p>

		Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде
	ПК-2 - Способность проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований	<p>З-1 - Демонстрировать понимание технического английского языка в области наноинженерии</p> <p>З-2 - Характеризовать методы анализа технического уровня объектов техники и технологии</p> <p>У-1 - Выполнять поиск и систематизацию научно-технической информации на основе изучения специальной научной, технической, общественно-политической, экономической литературы, а также информационных и документальных материалов</p> <p>У-2 - Обеспечить подготовку тематических обзоров о состоянии и тенденциях развития в области наноинженерии</p> <p>П-1 - Сопоставить результаты исследований и проектных решений с результатами аналогичных работ в отечественной и зарубежной практике</p>
Проект по модулю Развитие наноинженерии	УК-2 - Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	<p>З-1 - Характеризовать базовые принципы системного анализа и принятия решений</p> <p>З-2 - Описывать процедуры планирования профессиональной, в том числе проектной, деятельности</p> <p>У-1 - Определять круг задач, цели, основные этапы и направления реализации задач профессиональной, в том числе проектной, деятельности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений</p> <p>У-2 - Выбирать оптимальные способы решения профессиональных задач с учетом действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p> <p>У-3 - Вырабатывать алгоритмы решения задач в процессе интеллектуальной деятельности</p> <p>П-1 - Формировать план-график реализации задач в рамках поставленной цели и план контроля ее выполнения</p>

		<p>П-2 - Предлагать способы решения поставленных задач, прогнозировать результаты профессиональной деятельности с учетом действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p> <p>Д-1 - Проявлять аналитические умения, способность решать задачи в нестандартных ситуациях</p>
	<p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества</p>	<p>З-1 - Привести примеры основных закономерностей развития природы, человека и общества</p> <p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p> <p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде</p>
	<p>ПК-2 - Способность проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание технического английского языка в области наноинженерии</p> <p>З-2 - Характеризовать методы анализа технического уровня объектов техники и технологии</p> <p>У-1 - Выполнять поиск и систематизацию научно-технической информации на основе изучения специальной научной, технической, общественно-политической, экономической литературы, а также информационных и документальных материалов</p>

		<p>У-2 - Обеспечить подготовку тематических обзоров о состоянии и тенденциях развития в области нанотехнологий</p> <p>П-1 - Сопоставить результаты исследований и проектных решений с результатами аналогичных работ в отечественной и зарубежной практике</p>
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной форме.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**История развития нанотехнологий**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Бунтов Евгений Александрович	кандидат физико-математических наук, доцент	Доцент	физических методов и приборов контроля качества
2	Вайнштейн Илья Александрович	доктор физико-математических наук, профессор	Заведующий кафедрой	физических методов и приборов контроля качества
3	Вохминцев Александр Сергеевич	кандидат физико-математических наук, доцент	Доцент	физических методов и приборов контроля качества
4	Зацепин Анатолий Федорович	кандидат технических наук, доцент	Профессор	физических методов и приборов контроля качества
5	Марченков Вячеслав Викторович	доктор физико-математических наук, без ученого звания	Профессор	физических методов и приборов контроля качества
6	Никифоров Сергей Владимирович	доктор физико-математических наук, доцент	Профессор	физических методов и приборов контроля качества
7	Ремпель Андрей Андреевич	доктор физико-математических наук, профессор	Профессор	физических методов и приборов контроля качества
8	Штанг Татьяна Владимировна	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	физических методов и приборов контроля качества

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический**

Протокол № 9 от 14.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Бунтов Евгений Александрович, Доцент, физических методов и приборов контроля качества
- Вайнштейн Илья Александрович, Заведующий кафедрой, физических методов и приборов контроля качества
- Вохминцев Александр Сергеевич, Доцент, физических методов и приборов контроля качества
- Зацепин Анатолий Федорович, Профессор, физических методов и приборов контроля качества
- Марченков Вячеслав Викторович, Профессор, физических методов и приборов контроля качества
- Никифоров Сергей Владимирович, Профессор, физических методов и приборов контроля качества
- Ремпель Андрей Андреевич, Профессор, физических методов и приборов контроля качества
- Штанг Татьяна Владимировна, Доцент, физических методов и приборов контроля качества

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Характеристика дисциплины. Организация учебного процесса.	Цели и задачи дисциплины. Требования к результатам освоения дисциплины. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса.
2	История кафедры ФМПК, научные лаборатории и образовательные проекты.	История кафедры ФМПК (в лицах и событиях). Основные направления учебной и научной деятельности кафедры ФМПК. Места прохождения практик и трудоустройства.
3	Квантовые точки для техники и медицины	Термин квантовая точка и их примеры. Методы получения и способы исследования. Свойства квантовых точек и их применение.

4	Перспективные материалы для микро- и наноэлектроники настоящего и будущего	Углеродные нанотрубки, фуллерен, графен. Материалы спинтроники. Технологии получения: молекулярно-лучевая эпитаксия, импульсное лазерное осаждение и др.
5	Радиационно-стимулированные эффекты в материалах микро- и наноэлектроники	Вводные понятия и определения. Взаимодействие фотонов, нейтронов и электронов с веществом. Дефекты кристаллической решетки. Радиационные эффекты в МОП-структурах и биполярных транзисторах. Пути повышения радиационной стойкости материалов.
6	Технологические основы наноинженерии	Символическая хронология развития нанотехнологий. Даты важнейших открытий. Способы наблюдения нанообъектов. Сканирующий туннельный микроскоп. Атомно-силовой микроскоп. Просвечивающий электронный микроскоп. Принципы (типы) нанотехнологий. История развития микро- и наноэлектроники.
7	Основы физических измерений и наносенсоры	Физические величины и единицы измерения. Основные функции измерительной системы. Классификация средств измерений. Виды и методы измерений. Измерительные преобразователи. Примеры наносенсоров.
8	Корпускулярно-фотонные технологии в микро-, опто- и наноэлектронике	Взаимодействие ионов с твердым телом. Потери энергии. Пробег ионов. Дефекты. Применение ионного пучка. Взаимодействие фотонов с твердым телом. Механизмы поглощения и излучения фотонов.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология дебатов, дискуссий Технология повышения коммуникативной компетентности Технология создания коллектива Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной	ПК-2 - Способность проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований	У-1 - Выполнять поиск и систематизацию научно-технической информации на основе изучения специальной научной, технической, общественно-политической, экономической литературы, а также информационных и документальных

		успешной профессиональной деятельности  Технология самостоятельной работы		материалов
--	--	---------------------------------------------------------------------------------	--	------------

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### История развития наноинженерии

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Тимошина, Ю. А.; Введение в нанотехнологии : учебное пособие.; Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/109536.html> (Электронное издание)
2. Неволин, В. К.; Зондовые нанотехнологии в электронике; Техносфера, Москва; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/26894.html> (Электронное издание)
3. Юрген, Хачоян, А. В., Андриевский, Р. А.; Военные нанотехнологии. Возможности применения и превентивного контроля вооружений; Техносфера, Москва; 2016; <http://www.iprbookshop.ru/58891.html> (Электронное издание)
4. Вартанян, Т. А.; Введение в наноплазмонику : учебное пособие.; Университет ИТМО, Санкт-Петербург; 2012; <http://www.iprbookshop.ru/67812.html> (Электронное издание)
5. Светличный, А. М.; Микро- и нанотехнологии на основе когерентных и некогерентных источников излучения : учебное пособие.; Издательство Южного федерального университета, Ростов-на-Дону, Таганрог; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/95792.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Ильин, В. И., Мусихин, С. Ф., Рыков, С. А., Шик, А. Я.; Физика низкоразмерных систем : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Техническая физика".; Наука, Санкт-Петербург; 2001 (12 экз.)
2. Пул, Ч., Оуэнс, Ф., Головин, Ю. И.; Нанотехнологии : учеб. пособие для студентов , обучающихся по направлению подгот. "Нанотехнологии".; ТЕХНОСФЕРА, Москва; 2004 (15 экз.)
3. Мальцев, П. П.; Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника. Мировые достижения за 2005 год : сборник.; Техносфера, Москва; 2006 (8 экз.)
4. Андриевский, Р. А., Рагуля, А. В.; Наноструктурные материалы : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов 651800 "Физ. материаловедение".; Академия, Москва; 2005 (15 экз.)
5. Кобаяси, Кобаяси Н., Хачоян, А. В., Патрикеев, Л. Н.; Введение в нанотехнологию; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2005 (26 экз.)
6. Нолтинг, Б., Хромов-Борисов, Н. Н.; Новейшие методы исследования биосистем; Техносфера, Москва; 2005 (3 экз.)
7. Неволин, В.; Зондовые нанотехнологии в электронике; Техносфера, Москва; 2005 (3 экз.)

## Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Электронные версии учебных и научных изданий издательства "Лань" (<https://e.lanbook.com/>)

ВЕСТНИК САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. ФИЗИКА И ХИМИЯ (<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=9468>)

ЖУРНАЛ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ (<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7802>)

ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ (<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=25251>)

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7938>)

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК (<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7325>)

УСПЕХИ ХИМИИ (<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7581>)

ФИЗИКОХИМИЯ ПОВЕРХНОСТИ И ЗАЩИТА МАТЕРИАЛОВ (<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=26652>)

### Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

## Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Министерство образования и науки Российской Федерации (<http://минобрнауки.рф/>).

Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>).

ООО Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>).

Зональная научная библиотека УрФУ (<http://lib.urfu.ru>).

Электронный научный архив УрФУ (<https://elar.urfu.ru>).

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### История развития наноинженерии

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES

		Периферийное устройство	
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM  Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES
3	Самостоятельная работа студентов	Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	<b>Не требуется</b>
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM  Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES