

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

Код модуля	Модуль
1163017	Развитие нанотехнологий

Екатеринбург

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

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
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 нанотехнологий

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Развитие нанотехнологий» ориентирован на знакомство с основными понятиями в области нанотехнологий. 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 нанотехнологий. 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 нанотехнологий	1
2	История развития нанотехнологий	3
ИТОГО по модулю:		4

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 нанотехнологий	УК-2 - Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из	З-1 - Характеризовать базовые принципы системного анализа и принятия решений З-2 - Описывать процедуры планирования профессиональной, в том числе проектной, деятельности

	<p>действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>З-3 - Сделать обзор действующих правовых норм и ограничений, оказывающих регулирующее воздействие на профессиональную деятельность</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 наноинженерии</p> <p>П-1 - Сопоставить результаты исследований и проектных решений с результатами аналогичных работ в отечественной и зарубежной практике</p>
<p>Проект по модулю Развитие наноинженерии</p>	<p>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>	<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>З-3 - Сделать обзор действующих правовых норм и ограничений, оказывающих регулирующее воздействие на профессиональную деятельность</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</p>

		<p>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</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание технического английского языка в области нанотехнологий</p>

	<p>по отдельным объектам исследований</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 Александр Евгеньевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	общих и естественнонаучных дисциплин
2	Вайнштейн Илья Александрович	доктор физико-математических наук, профессор	Профессор	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, старший научный сотрудник	Профессор	УрФУ
6	Никифоров Сергей Владимирович	доктор физико-математических наук, доцент	Заведующий кафедрой	физических методов и приборов контроля качества
7	Ремпель Андрей Андреевич	доктор физико-математических наук, профессор	Профессор	УрФУ
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 № 7 от 15.03.2024 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Бунтов Александр Евгеньевич, Старший преподаватель, общих и естественнонаучных дисциплин
- Вайнштейн Илья Александрович, Профессор, 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, УрФУ
- Никифоров Сергей Владимирович, Заведующий кафедрой, физических методов и приборов контроля качества
- Ремпель Андрей Андреевич, Профессор, УрФУ
- 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 нанoeлектроники 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 нанoeлектроники	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 нанoeлектроники.
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 нанoeлектронике	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 успешной	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 материалов

		профессиональн ой деятельности Технология самостоятельной работы		
--	--	--	--	--

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 (КНИТУ), Казань; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=683833> (Электронное издание)
2. Иванов, Н. Б.; Нанотехнологии материалов и покрытий : учебное пособие.; Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), Казань; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612342> (Электронное издание)
3. Верещагина, Я. А.; Инновационные технологии: введение в нанотехнологии : учебное пособие.; Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), Казань; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270541> (Электронное издание)
4. Лосева, М. А.; Коллоидная химия: поверхностные явления, дисперсные системы, наноматериалы : учебное пособие.; Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, Самара; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/105209.html> (Электронное издание)
5. Илюшин, В. А.; Наноматериалы : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/98719.html> (Электронное издание)
6. Илюшин, В. А.; Наноматериалы : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574749> (Электронное издание)
7. Неволин, В. К.; Зондовые нанотехнологии в электронике : монография.; Техносфера, Москва; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=260697> (Электронное издание)
8. Поляков, В. В.; Биомедицинские нанотехнологии : учебное пособие.; Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Таганрог; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561230> (Электронное издание)
9. Светличный, А. М.; Микро- и нанотехнологии на основе когерентных и некогерентных источников излучения : учебное пособие.; Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Таганрог; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=577688> (Электронное издание)
10. ; Нанотехнологии. Химические, физические, биологические и экологические аспекты : монография.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/98798.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Ильин, В. И., Шик, А. Я.; Физика низкоразмерных систем; Наука, Санкт-Петербург; 2001 (15 экз.)
2. Марков, В. Ф., Марков, В. Ф.; Наноматериалы : получение, свойства и применение : учебное пособие

для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 18.03.01, 18.04.01 "Химическая технология"; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2023 (10 экз.)

3. Андриевский, Р. А.; Наноструктурные материалы : учеб. пособие для вузов.; Academia, Москва; 2005 (23 экз.)

4. Неволин, В. К.; Зондовые нанотехнологии в электронике; Техносфера, Москва; 2005 (5 экз.)

5. Неволин, В.; Зондовые нанотехнологии в электронике; Техносфера, Москва; 2005 (3 экз.)

6. Кобаяси, Н., Патрикеев, Л. Н., Хачоян, А. В.; Введение в нанотехнологию; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2008 (20 экз.)

7. Нолтинг, Б., Хромов-Борисов, Н. Н.; Новейшие методы исследования биосистем; Техносфера, Москва; 2005 (3 экз.)

8. Пул, Ч., Головин, Ю. И., Лучинин, В. В.; Нанотехнологии : учебное пособие для вузов.; Техносфера, Москва; 2005 (22 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 нанотехнологий

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 Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
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
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	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		Доска аудиторная Периферийное устройство	
--	--	---	--