

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
1142585	Методы получения и свойства наноматериалов

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Материалы микро- и нанoeлектроники 2. Приборы и методы контроля качества и диагностики 3. Нанoeинженерия материалов и устройств	Код ОП 1. 11.04.04/33.01 2. 12.04.01/33.01 3. 28.04.02/33.01
Направление подготовки 1. Электроника и нанoeлектроника; 2. Приборостроение; 3. Нанoeинженерия	Код направления и уровня подготовки 1. 11.04.04; 2. 12.04.01; 3. 28.04.02

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

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Методы получения и свойства наноматериалов

1.1. Аннотация содержания модуля

В модуле рассматриваются важнейшие особенности функциональных наноматериалов, включая их структуру, физические свойства, методы синтеза и исследования, описываются примеры использования наноматериалов для создания устройств нано- и молекулярной электроники, а также магнитных носителей информации. Изучаются методы исследования функциональных материалов, методы акустического, вихретокового, радиоволнового, теплового и оптического контроля. В модуле рассматриваются важнейшие особенности функциональных наноматериалов, включая их структуру, физические свойства, методы синтеза и исследования, описываются примеры использования наноматериалов для создания устройств нано- и молекулярной электроники, а также магнитных носителей информации. Изучаются методы исследования функциональных материалов, методы акустического, вихретокового, радиоволнового, теплового и оптического контроля.

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	Функциональные материалы микро- и наноэлектроники	3
2	Радиационные технологии создания наноразмерных структур	3
3	Спецпрактикум "Методы получения и исследования свойств наноразмерных материалов"	3
ИТОГО по модулю:		9

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Аналоговые и микропроцессорные устройства электронных приборов
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Методы научных исследований в электронике

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
Радиационные технологии создания наноразмерных структур	ПК-6 - Способен проектировать технологические процессы производства наноматериалов и изделий из них	<p>З-1 - Перечислить методики сбора информации о возможных моделях технологических процессов производства наноматериалов</p> <p>У-1 - Составлять технические задания на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов</p> <p>У-2 - Выполнять расчет и проектирование технологических процессов производства наноматериалов</p> <p>П-1 - Иметь навыки подбора вариантов технической реализации заданных технологических процессов производства наноматериалов и изделий из них</p>
Спецпрактикум "Методы получения и исследования свойств наноразмерных материалов"	ПК-4 - Способен самостоятельно осваивать и применять современные методы исследования, анализа и обработки данных, компьютерные программы, средства разработки, научно-исследовательскую, измерительно-аналитическую и технологическую аппаратуру	<p>З-1 - Перечислить современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач обработки, передачи и хранения информации</p> <p>З-2 - Изложить сущность и значение информации в развитии современного информационного общества</p> <p>У-1 - Осуществлять информационный поиск и использовать новые знания в своей предметной области</p> <p>У-2 - Предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач с использованием информационных систем и технологий</p>
Функциональные материалы микро- и нанoeлектроник и	ПК-6 - Способен проектировать технологические процессы производства наноматериалов и изделий из них	<p>З-1 - Перечислить методики сбора информации о возможных моделях технологических процессов производства наноматериалов</p> <p>У-1 - Составлять технические задания на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов</p>

		<p>У-2 - Выполнять расчет и проектирование технологических процессов производства наноматериалов</p> <p>П-1 - Иметь навыки подбора вариантов технической реализации заданных технологических процессов производства наноматериалов и изделий из них</p>
--	--	---

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Функциональные материалы микро- и
наноэлектроники

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Никифоров Сергей Владимирович	доктор физико- математических наук, доцент	Профессор	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:

- Никифоров Сергей Владимирович, Профессор, 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	Физические процессы и явления в проводниковых материалах	Электропроводность металлов. Электронная теория ДрудеЛоренца. Экспериментальные подтверждения и противоречия. Квантовая статистика электронов в металле. Распределение Ферми-Дирака. Факторы, влияющие на удельное сопротивление металлов. Механизмы рассеяния электронов: рассеяние на фонах и примесях. Сверхпроводимость. Экспериментальные факты. Зависимость сопротивления от температуры, идеальный диамагнетизм, Изотопический эффект. Теория сверхпроводимости БКШ. Эффекты Джозефсона
2	Физические процессы и явления в полупроводниковых материалах	Собственные полупроводники. Два типа носителей заряда в полупроводниках. Примесные уровни в полупроводниках. Донорные уровни. Акцепторные уровни. Уровни прилипания. Глубокие примесные уровни. Концентрация носителей и положение

		<p>уровня Ферми в собственном полупроводнике.</p> <p>Концентрация носителей и положение уровня Ферми в примесных полупроводниках. Влияние концентрации примеси. Механизмы рекомбинации носителей заряда. Межзонная рекомбинация.</p> <p>Рекомбинация через локальные уровни.</p> <p>Поверхностная рекомбинация. Кинетика носителей заряда и токи в полупроводниках. Дрейф носителей заряда. Подвижность носителей и электропроводность. Температурные зависимости подвижности носителей заряда и электропроводности. Механизмы рассеивания носителей заряда. Собственная проводимость полупроводников. Примесная проводимость.</p> <p>Диффузия носителей заряда. Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках.</p> <p>Закон Бугера-Ламберта. Спектры оптического поглощения. Собственное (фундаментальное) поглощение. Экситонное поглощение. Поглощение свободными носителями заряда. Примесное поглощение. Поглощение света кристаллической решеткой. Фотопроводимость. Люминесценция.</p> <p>Электропроводность полупроводников в сильном электрическом поле. Наклон энергетических зон.</p> <p>Влияние напряженности поля на подвижность носителей заряда. Влияние напряженности поля на концентрацию носителей заряда. Эффект Ганна.</p>
3	<p>Физические процессы в диэлектрических материалах</p>	<p>Поляризация диэлектриков. Механизмы поляризации: электронный, ионный, ориентационный. Диэлектрическая восприимчивость и диэлектрическая проницаемость среды.</p> <p>Соотношение Клаузиуса-Мосотти. Диэлектрические потери.</p>
4	<p>Свойства функциональных материалов</p>	<p>Основные свойства и применение проводниковых материалов. Материалы высокой проводимости.</p>

		<p>Сверхпроводящие материалы. Сверхпроводники 1-го и 2-го рода. Высокотемпературные сверхпроводники. Сплавы высокого сопротивления. Композиционные и оксидные проводящие материалы. Основные свойства полупроводниковых материалов. Классификация. Кремний: получение, свойства, применение. Легирование кремния. Германий, карбид кремния. Полупроводниковые соединения А ШВ V . Арсенид галлия: получение, свойства, применение. Полупроводниковые соединения АШВ VI , АIVB VI .</p> <p>1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации.</p>
--	--	--

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Функциональные материалы микро- и нанoeлектроники

Электронные ресурсы (издания)

1. Аристов, А. В.; Физические основы электроники. Сборник задач и примеры их решения : учебно-методическое пособие.; Издательство Томского политехнического университета, Томск; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442087> (Электронное издание)
2. Валухов, Д. П.; Физические основы электроники : учебное пособие.; Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), Ставрополь; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457767> (Электронное издание)
3. Лебедев, А. И.; Физика полупроводниковых приборов : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2008; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68403> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Смирнов, Ю. А.; Физические основы электроники : учебное пособие.; Лань, Санкт-Петербург [и др.]; 2013 (1 экз.)
2. Старосельский, В. И.; Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. 210100 "Электроника и микроэлектроника".; Юрайт, Москва; 2011 (5 экз.)
3. Старосельский, В. И.; Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники : учеб. пособие для

студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. 210100 "Электроника и микроэлектроника".; Юрайт : Высшее образование, Москва; 2009 (1 экз.)

4. Парфенова, Е. Л.; Физические основы микро- и наноэлектроники : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 200101 "Приборостроение".; Феникс, Ростов-на-Дону; 2012 (1 экз.)

5. Зацепин, Д. А., Чолах, С. О., Курмаев, Э. З.; Физические основы технологий микро- и наноэлектроники : учебник для студентов специальности 210101 - Физ. электроника направления подгот. дипломир. специалистов 654100 - Электроника и микроэлектроника.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2006 (20 экз.)

6. Умрихин, В. В.; Физические основы электроники : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. бакалавров 150100 "Материаловедение и технологии материалов".; АЛЬФА-М : Уником Сервис : ИНФРА-М, Москва; 2012 (5 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).

Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).

Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).

Полнотекстовая БД Annual Reviews Science Collection (<http://www.annualreviews.org>).

Полнотекстовая БД Applied Science & Technology Source (<http://search.ebscohost.com>).

Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).

Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).

Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).

Библиографическая БД Journal Citation Reports (JCR). Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).

Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).

Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).

Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).

Полнотекстовая БД Science AAAS (American Association for the Advancement of Science) (<http://www.sciencemag.org/>).

Полнотекстовая БД ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).

Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).

Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).

Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).

Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).

Реферативная БД Web of Science Core Collection (<http://apps.webofknowledge.com/>).

Полнотекстовая БД Wiley Journal Database (<http://onlinelibrary.wiley.com/>).

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

- 1) Министерство образования и науки Российской Федерации (<http://минобрнауки.рф/>).
- 2) Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>).
- 3) ООО Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>).
- 4) Зональная научная библиотека УрФУ (<http://lib.urfu.ru>).
- 5) Электронный научный архив УрФУ (<https://elar.urfu.ru>).

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Функциональные материалы микро- и нанoeлектроники

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 Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Подключение к сети Интернет	
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Радиационные технологии создания
наноразмерных структур

Рабочая программа дисциплины 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

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 9 от 14.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Вохминцев Александр Сергеевич, 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	Введение	Характеристика радиационных технологий и их применение в современной промышленности
2	Источники излучений – типы, принципы действия, параметры	Изотопные источники. Электронные ускорители. Ускорители заряженных ионов.
3	Взаимодействие радиации с материалами	Виды жесткой радиации. Упругие и неупругие столкновения, потенциалы взаимодействия. Прохождение α -излучения, электронов и нейтронов через материалы. Особенности взаимодействия тяжелых ионов с поверхностными слоями материалов. Ионизационные потери, линейная передача энергии (LET) различными излучениями

4	Радиационнохимические методы формирования наноструктур	<p>Физико-химические основы радиолиза материалов. Пространственное распределение первичных продуктов радиолиза. «Шпоры» и треки. Радиационноиндуцированные первичные наноструктуры. Эволюция первичных радиационно-индуцированных структур.</p> <p>Получение нанопористых структур: трековые мембраны и их применение. Получение кремний-углеродных нанонитей. Получение наногелей, их радиационные сшивка, применение. Радиационно-химическая сборка наноструктур в растворах.</p> <p>Формирование нанокластеров при радиационно-химическом восстановлении ионов металлов в растворах. Формирование наночастиц при мощном рентгеновском облучении композитов</p>
5	Наноструктурирование и модификация свойств материалов под воздействием мощных излучений	<p>Наноструктурирование поверхностных слоев металлов под действием импульсных электронных пучков. Упрочение режущего инструмента при ионном облучении. Формирование нанокластеров и квантовых точек при ионном облучении полупроводников и диэлектриков. Лазерное напыление наноразмерных покрытий.</p> <p>Нанометризация поверхностных слоев металлов при плазменной обработке, формирование на поверхности изделий тугоплавких фаз и пленок.</p>
6	Заключение	<p>Сравнение технико-экономических характеристик радиационных технологий формирования наноструктур и получения наноматериалов с другими методами. Перспективы развития и применения радиационных технологий в наноиндустрии.</p>

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Радиационные технологии создания наноразмерных структур

Электронные ресурсы (издания)

1. Гусев, А. И.; Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии : монография.; Физматлит, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68859> (Электронное издание)
2. ; От композитов к нанокompозитам (классификация, особенности, технология получения, применение и свойства): учебное электронное издание : учебное пособие.; Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), Тамбов; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=570400> (Электронное издание)
3. , Шустиков, А. А., Ханнинк, Р., Хилл, А.; Наноструктурные материалы : монография.; РИЦ Техносфера, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115678> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Коваль, Н. Н.; Нанокристаллические интерметаллидные и нитридные структуры, формирующиеся при ионно-лучевом воздействии; Изд-во НТЛ, Томск; 2008 (1 экз.)
2. ; Радиационная физика твердого тела : Сб. науч. тр.; Изд-во КазГУ, Алма-Ата; 1993 (1 экз.)
3. , Козлов, Ю. Д., Стефаненко, И. В., Ермолаев, С. В.; Высокие технологии с использованием источников ионизирующих излучений в промышленности : учеб. пособие.; Энергоатомиздат, Москва; 2006 (1 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. Рогов, В. А., Ушомирская, Л. А., Чудаков, А. Д.; Основы высоких технологий : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям "Технология, оборудование и автоматизация машиностроит. пр-в", "Автоматизация и упр.", "Машиностроит. технологии и оборудование".; Вузовская книга, Москва; 2007 (2 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).

Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).

Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).

Полнотекстовая БД Annual Reviews Science Collection (<http://www.annualreviews.org>).

Полнотекстовая БД Applied Science & Technology Source (<http://search.ebscohost.com>).

Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).

Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).

Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).

Библиографическая БД Journal Citation Reports (JCR). Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).

Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).

Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).

Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).

Полнотекстовая БД Science AAAS (American Association for the Advancement of Science) (<http://www.sciencemag.org/>).

Полнотекстовая БД ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).

Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).

Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).

Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).

Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).

Реферативная БД Web of Science Core Collection (<http://apps.webofknowledge.com/>).

Полнотекстовая БД Wiley Journal Database (<http://onlinelibrary.wiley.com/>).

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

- 1) Министерство образования и науки Российской Федерации (<http://минобрнауки.рф/>).
- 2) Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>).
- 3) ООО Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>).
- 4) Зональная научная библиотека УрФУ (<http://lib.urfu.ru>).
- 5) Электронный научный архив УрФУ (<https://elar.urfu.ru>).

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Радиационные технологии создания наноразмерных структур

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
2	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не требуется
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Спецпрактикум "Методы получения и
исследования свойств наноразмерных
материалов"

Рабочая программа дисциплины 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

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 9 от 14.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Вохминцев Александр Сергеевич, 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	Анодное окисление алюминия и титана	Анодирование оксида алюминия в потенциостатическом и гальваностатическом режимах. Получение нанопористой мембраны оксида алюминия и электрохимическое осаждение металлов в поры. Синтез самоупорядоченных нанотубулярных слоев диоксида титана во фторсодержащих электролитах
2	Синтез углеродных нанотрубок методом каталитического пиролиза этанола	Синтез углеродных нанотрубок с использованием золь-гель катализатора. Синтез углеродных нанотрубок в порах мембран оксида алюминия. Получение вертикально ориентированных углеродных нанотрубок
3	Получение	Расчет параметров исходного наноструктурного

	наноструктурных керамик	порошка и изготовление компактов наноструктурных материалов на основе широкозонных оксидов. Получение наноразмерной керамики на основе оксида алюминия
4	Аттестация материалов методами электронной микроскопии	Определение морфологических особенностей и количественного химического состава синтезированных наноматериалов методами электронной микроскопии.
5	Исследование люминесцентных свойств материалов	Термолюминесценция наноструктурных материалов после облучения электронами и β излучением. Католюминесценция наноструктурных материалов. Изучение и анализ параметров фототрансферной люминесценции наноструктурных материалов после высокодозного облучения

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Спецпрактикум "Методы получения и исследования свойств наноразмерных материалов"

Электронные ресурсы (издания)

1. Барыбин, А. А.; Физико-технологические основы макро-, микро, и наноэлектроники : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457643> (Электронное издание)
2. Елисеев, А. А.; Функциональные наноматериалы : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2010; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68876> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Борисенко, В. Е., Воробьева, А. И., Уткина, Е. А.; Наноэлектроника : учеб. пособие для студентов

вузов по специальностям "Микро- и нанoeлектрон. технологии и системы" и "Квантовые информ. системы".; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2009 (6 экз.)

2. ; Нанoeлектроника. Теория и практика : учебник для студентов вузов по специальностям "Микро-и нанoeлектронные технологии и системы", "Квантовые информационные системы", "Нанотехнологии и наноматериалы в электронике".; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2013 (1 экз.)

3. ; Методы получения и свойства нанобъектов : учеб. пособие.; Флинта : Наука, Москва; 2009 (5 экз.)

4. Рыжонков, Д. И., Левина, В. В., Дзидзигури, Э. Л.; Наноматериалы : учеб. пособие.; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2008 (6 экз.)

5. Щука, А. А., Сигов, А. С.; Нанoeлектроника : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Прикладные математика и физика".; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2012 (1 экз.)

6. Дьячков, П. Н.; Углеродные нанотрубки: строение, свойства, применения; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2006 (2 экз.)

7. Раков, Э. Г.; Нанотрубки и фуллерены : учеб. пособие для студентов [вузов], обучающихся по специальности 210602 "Наноматериалы".; Физматкнига : Логос, Москва; 2006 (2 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).

2. Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).

3. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).

4. Полнотекстовая БД Annual Reviews Science Collection (<http://www.annualreviews.org>).

5. Полнотекстовая БД Applied Science & Technology Source (<http://search.ebscohost.com>).

6. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).

7. Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).

8. Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).

9. Библиографическая БД Journal Citation Reports (JCR). Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).

10. Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).

11. Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).

12. Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).

13. Полнотекстовая БД Science AAAS (American Association for the Advancement of Science) (<http://www.sciencemag.org/>).

14. Полнотекстовая БД ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).

15. Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).

16. Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).

17. Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).

18. Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).

19. Реферативная БД Web of Science Core Collection (<http://apps.webofknowledge.com/>).

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

1. Министерство образования и науки Российской Федерации (<http://минобрнауки.рф/>).
2. Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>).
3. ООО Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>).
4. Зональная научная библиотека УрФУ (<http://lib.urfu.ru>).
5. Электронный научный архив УрФУ (<https://elar.urfu.ru>).

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Спецпрактикум "Методы получения и исследования свойств наноразмерных материалов"

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	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Не требуется

		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
4	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES