

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
1156069	Методы получения и свойства наноматериалов

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Материалы микро- и нанoeлектроники	Код ОП 1. 11.04.04/33.01
Направление подготовки 1. Электроника и нанoeлектроника	Код направления и уровня подготовки 1. 11.04.04

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

Модуль «Методы получения и свойства наноматериалов» направлен на изучение особенностей функциональных наноматериалов, свойства, методы синтеза и исследования, наноматериалов для создания устройств нано- и молекулярной электроники, а также магнитных носителей информации. Изучаются методы исследования функциональных материалов. В состав модуля включены три дисциплины: «Радиационные технологии создания наноразмерных структур», «Спецпрактикум "Методы получения и исследования свойств наноразмерных материалов"», «Материалы и устройства органической электроники» содержание которых позволит студентам изучить технологии получения, процессов производства, радиационнохимической модификации, теоретического моделирования и экспериментального исследования свойств функциональных наноматериалов и структур на их основе с использованием современного технологического оборудования и методов для целей электроники и наноэлектроники.

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	Радиационные технологии создания наноразмерных структур	3
2	Спецпрактикум "Методы получения и исследования свойств наноразмерных материалов"	3
3	Материалы и устройства органической электроники	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
Материалы и устройства органической электроники	ПК-4 - Способен проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производств	<p>З-1 - Объяснять методы проектирования технологических процессов, правила производства материалов электронной техники</p> <p>У-1 - Определять перечень проблем в области разработки новых инструментальных методов и инновационных технических средств для производства изделий электронной техники, проводит сравнительный анализ функциональных возможностей и характеристик изделий-аналогов</p> <p>П-1 - Иметь практические навыки применения стандартных средств автоматизации проектирования при технологической подготовке производств материалов</p> <p>П-2 - Разрабатывать методы и программные средства информационной поддержки разработки и производства изделий в жизненном цикле изделий</p>
	ПК-5 - Способен разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техник	<p>З-1 - Изложить правила разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники</p> <p>У-1 - Определять оптимальные методы расчета и проектирования деталей и узлов приборов в соответствии с техническим заданием</p> <p>П-1 - Предлагать методы экспертной оценки разработки технологической документации и принятие решения о выборе оптимального варианта технологического процесса</p>
	ПК-7 - Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в	З-1 - Характеризовать методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы в соответствии с методическими и нормативными требованиями

	соответствии с методическими и нормативными требованиям	<p>У-1 - Формулировать техническое задание на проведение исследований и разработок материалов для приборов нанoeлектроники</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт работы с современными программными средствами моделирования, и конструирования приборов, схем и устройств электроники и нанoeлектроники</p>
Радиационные технологии создания наноразмерных структур	ПК-1 - Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	<p>З-1 - Определять принципы построения и функционирования изделий микро- и нанoeлектроники</p> <p>У-1 - Выбирать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, используя методы, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и нанoeлектроники</p>
	ПК-4 - Способен проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производств	<p>З-1 - Объяснять методы проектирования технологических процессов, правила производства материалов электронной техники</p> <p>У-1 - Определять перечень проблем в области разработки новых инструментальных методов и инновационных технических средств для производства изделий электронной техники, проводит сравнительный анализ функциональных возможностей и характеристик изделий-аналогов</p> <p>П-1 - Иметь практические навыки применения стандартных средств автоматизации проектирования при технологической подготовке производств материалов</p> <p>П-2 - Разрабатывать методы и программные средства информационной поддержки разработки и производства изделий в жизненном цикле изделий</p>
	ПК-5 - Способен разрабатывать технологическую	З-1 - Изложить правила разработки технологической документации на

	<p>документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техник</p>	<p>проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники</p> <p>У-1 - Определять оптимальные методы расчета и проектирования деталей и узлов приборов в соответствии с техническим заданием</p> <p>П-1 - Предлагать методы экспертной оценки разработки технологической документации и принятие решения о выборе оптимального варианта технологического процесса</p>
	<p>ПК-7 - Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями</p>	<p>З-1 - Характеризовать методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы в соответствии с методическими и нормативными требованиями</p> <p>У-1 - Формулировать техническое задание на проведение исследований и разработок материалов для приборов нанoeлектроники</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт работы с современными программными средствами моделирования, и конструирования приборов, схем и устройств электроники и нанoeлектроники</p>
<p>Спецпрактикум "Методы получения и исследования свойств наноразмерных материалов"</p>	<p>ПК-4 - Способен проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производств</p>	<p>З-1 - Объяснять методы проектирования технологических процессов, правила производства материалов электронной техники</p> <p>У-1 - Определять перечень проблем в области разработки новых инструментальных методов и инновационных технических средств для производства изделий электронной техники, проводит сравнительный анализ функциональных возможностей и характеристик изделий-аналогов</p> <p>П-1 - Иметь практические навыки применения стандартных средств автоматизации проектирования при технологической подготовке производств материалов</p> <p>П-2 - Разрабатывать методы и программные средства информационной поддержки разработки и производства изделий в жизненном цикле изделий</p>

	<p>ПК-5 - Способен разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техник</p>	<p>З-1 - Изложить правила разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники</p> <p>У-1 - Определять оптимальные методы расчета и проектирования деталей и узлов приборов в соответствии с техническим заданием</p> <p>П-1 - Предлагать методы экспертной оценки разработки технологической документации и принятие решения о выборе оптимального варианта технологического процесса</p>
	<p>ПК-7 - Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями</p>	<p>З-1 - Характеризовать методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы в соответствии с методическими и нормативными требованиями</p> <p>У-1 - Формулировать техническое задание на проведение исследований и разработок материалов для приборов наноэлектроники</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт работы с современными программными средствами моделирования, и конструирования приборов, схем и устройств электроники и наноэлектроники</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

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	Физико-химические основы радиолитического синтеза материалов. Пространственное распределение первичных продуктов радиолитического синтеза. «Шпоры» и

		<p>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	<p>Наноструктурирование и модификация свойств материалов под воздействием мощных излучений</p>	<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	<p>Заключение</p>	<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

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

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; <http://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.; ФГБОУ ВПО "ТГТУ", Тамбов; 2018; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=570400> (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

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется

2	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Не требуется
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	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Периферийное устройство</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>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

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 наноструктурных керамик	Расчет параметров исходного наноструктурного 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. Католюминесценции наноструктурных материалов. Изучение и анализ параметров фототрансферной люминесценции наноструктурных материалов после высокодозного облучения.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

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; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457643> (Электронное издание)
2. Елисеев, А. А.; Функциональные наноматериалы : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2010; <http://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 наноэлектрон. технологии и системы" и "Квантовые информ. системы".; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2009 (6 экз.)
2. ; Наноэлектроника. 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 нанообъектов : учеб. пособие.; Флинта : Наука, Москва; 2009 (5 экз.)

4. Рыжонков, Д.И.; Наноматериалы : учеб. пособие.; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2012 (5 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/>).

20. 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

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. Реквизиты подтверждающего документа
1	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
2	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	
4	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Материалы и устройства органической
электроники

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Зырянов Григорий Васильевич	доктор химических наук, без ученого звания	Профессор	органической и биомолекулярной химии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 9 от 14.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

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
В1	Введение	Предмет и задачи курса. Что такое органическая электроника. История открытия. Основные понятия и определения. Основные материалы и устройства.
О1	Основные принципы работы органических материалов и устройств на их основе	Проводники, полупроводники, изоляторы в разных классах органических соединений. Синтетические металлы. Понятия ВЗМО, НСМО, энергетической щели для органических и неорганических материалов. Сходство и отличия малых молекул и макромолекул. Связь проводимости и подвижностью электронов. Принцип работы OFET, структура, метод создания.
О2	Основные принципы работы органических материалов и устройств на их основе	Органические солнечные батареи. Устройство, принцип работы, материалы, характеристики. Органические светоизлучающие диоды (OLED), устройство, принципы работы, материалы. Примеры создания пластиковой электроники.
О3	Основные принципы работы органических материалов и устройств на их основе	ВЗМО, НСМО, физический смысл. Методы определения: циклическая вольтамперометрия, спектроскопия (УФ-, ИК-Рамановская спектроскопия), DFT-расчеты, УФ-спектроскопия. Сравнение всех методов.
О4	Основные принципы работы органических материалов и устройств на их основе	Методы синтеза органических полупроводников. Конструирование методом билдинг-блоков. Примеры. Синтез и исследование полупроводниковых органических полимеров. Методы исследования органических материалов. Взаимосвязь структура свойство.

05	Основные принципы работы органических материалов и устройств на их основе	n- и p-Проводимость. Определения. Примеры молекул с n-проводимостью. Принципы создания, характеристики.
06	Основные принципы работы органических материалов и устройств на их основе	Основные принципы работы органических материалов и устройств на их основе
07	Основные принципы работы органических материалов и устройств на их основе	Углеродные наноматериалы: графен, углеродные нанотрубки, нановолокна, углеродные наноточки, фуллерен, наноалмазы. Методы получения, характеристики, применение.
31	Заключение	Основные вызовы и перспективы развития органической молекулярной электроники. Подведение итогов.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материалы и устройства органической электроники

Электронные ресурсы (издания)

1. ; Физика: введение в твердотельную электронику : учебное пособие.; Издательство Южного федерального университета, Ростов-на-Дону|Таганрог; 2018; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500163> (Электронное издание)
2. Валюхов, Д. П.; Физические основы электроники : учебное пособие.; СКФУ, Ставрополь; 2014; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457767> (Электронное издание)
3. Давыдов, В. Н.; Твердотельная электроника : учебное пособие.; ТУСУР, Томск; 2013; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480529> (Электронное издание)
4. Игумнов, В. Н., Емельянова, Л. С.; Устройства функциональной электроники : учебное пособие.; ПГТУ, Йошкар-Ола; 2013; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439202> (Электронное издание)
5. ; Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур : учебное пособие.; Сибирский федеральный университет, Красноярск; 2011; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229593> (Электронное издание)
6. ; Горизонты химии 21 столетия : учебное пособие.; Издательство Южного федерального университета, Ростов-на-Дону; 2009; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240987> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Чаплыгин, Ю. А.; Нанотехнологии в электронике - 3.1 : [сборник научных работ].; Техносфера,

Москва; 2016 (1 экз.)

2. , Бакиров, А. М., Шабанов, В. Ф., Зырянов, В. Я., Беляев, Б. А., Васильев, Е. В., Ветров, С. Я., Архипкин, В. Г.; Фотонные кристаллы и нанокompозиты: структурообразование, оптические и диэлектрические свойства : [монография].; СО РАН, Новосибирск; 2009 (1 экз.)

3. , Чаплыгин, Ю. А., Боргардт, Н. И., Гаврилов, С. А., Герасименко, Н. Н., Кукин, В. Н.; Нанотехнологии в электронике : [монография].; Техносфера, Москва; 2005 (3 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

https://en.wikipedia.org/wiki/Molecular_electronics

<https://www.britannica.com/technology/molecular-electronics>

<https://engineering.virginia.edu/molecular-electronics>

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

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

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

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

Материалы и устройства органической электроники

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. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Не требуется

		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	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 Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES