

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
1162370	Методы синтеза и свойства функциональных наноматериалов

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Наноинженерия материалов и устройств	Код ОП 1. 28.04.02/33.01
Направление подготовки 1. Наноинженерия	Код направления и уровня подготовки 1. 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 синтеза и свойства функциональных 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.

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	Структура, свойства и применение наноматериалов	3
2	Спецпрактикум "Методы получения и исследования свойств наноразмерных материалов"	3
3	Функциональные материалы микро- и нанoeлектроники	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 нанотехнологии

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
Спецпрактикум "Методы	ПК-4 - Способен самостоятельно	З-1 - Перечислить современные информационные технологии и

<p>получения и исследования свойств наноразмерных материалов"</p>	<p>осваивать и применять современные методы исследования, анализа и обработки данных, компьютерные программы, средства разработки, научно-исследовательскую, измерительно-аналитическую и технологическую аппаратуру</p>	<p>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> <p>У-3 - Соблюдать требования информационной безопасности при использовании современных информационных технологий и программного обеспечения</p> <p>П-1 - Иметь навыки использования современных информационных систем и технологий</p> <p>П-2 - Осваивать новое оборудование, обеспечивающее выполнение технологических операций технологического процесса</p>
	<p>ПК-6 - Способен проектировать технологические процессы производства наноматериалов и изделий из них</p>	<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>
<p>Структура, свойства и применение</p>	<p>ПК-4 - Способен самостоятельно осваивать и применять современные методы</p>	<p>З-1 - Перечислить современные информационные технологии и программное обеспечение при решении</p>

наноматериалов	исследования, анализа и обработки данных, компьютерные программы, средства разработки, научно-исследовательскую, измерительно-аналитическую и технологическую аппаратуру	<p>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> <p>У-3 - Соблюдать требования информационной безопасности при использовании современных информационных технологий и программного обеспечения</p> <p>П-1 - Иметь навыки использования современных информационных систем и технологий</p> <p>П-2 - Осваивать новое оборудование, обеспечивающее выполнение технологических операций технологического процесса</p>
	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>
Функциональные материалы микро- и нанoeлектроник	ПК-4 - Способен самостоятельно осваивать и применять современные методы исследования, анализа и	З-1 - Перечислить современные информационные технологии и программное обеспечение при решении

и	<p>обработки данных, компьютерные программы, средства разработки, научно-исследовательскую, измерительно-аналитическую и технологическую аппаратуру</p>	<p>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> <p>У-3 - Соблюдать требования информационной безопасности при использовании современных информационных технологий и программного обеспечения</p> <p>П-1 - Иметь навыки использования современных информационных систем и технологий</p> <p>П-2 - Осваивать новое оборудование, обеспечивающее выполнение технологических операций технологического процесса</p>
	<p>ПК-6 - Способен проектировать технологические процессы производства наноматериалов и изделий из них</p>	<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
Структура, свойства и применение
наноматериалов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Ремпель Андрей Андреевич	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	УрФУ

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 8 от 14.06.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Ремпель Андрей Андреевич, Профессор, УрФУ

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	Общая характеристика дисциплины, объем, содержание и порядок изучения материала по направлению
2	Выполнение исследовательской работы	Литературный обзор современного состояния научной проблемы. Исследовательская работа, подготовка отчета по УИРС и научных публикаций.
3	Заключение	Анализ экспериментальных результатов. Написание отчета о выполненной исследовательской работе

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 .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Структура, свойства и применение наноматериалов

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. Елисеев, А. А.; Функциональные наноматериалы : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2010; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68876> (Электронное издание)
3. Фостер, Л., Л., Хачоян, А. В.; Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности; РИЦ Техносфера, Москва; 2008; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135424> (Электронное издание)
4. , Солнцева, , Ю. П.; Нанотехнологии и специальные материалы : учебное пособие для вузов.; ХИМИЗДАТ, Санкт-Петербург; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/97818.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Рыжонков, Д. И., Левина, В. В., Дзидзигури, Э. Л.; Наноматериалы : учеб. пособие.; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2008 (6 экз.)
2. Цао, Г., Ефимова, А. И., Каргов, С. И., Зайцев, В. Б.; Наноструктуры и наноматериалы. Синтез, свойства и применение : [обзор материалов].; Научный мир, Москва; 2012 (1 экз.)
3. Ибрагимов, И. М., Ковшов, А. Н., Назаров, Ю. Ф.; Основы компьютерного моделирования наносистем : учеб. пособие.; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2010 (2 экз.)
4. Лозовский, В. Н., Константинова, Г. С., Лозовский, С. В.; Нанотехнология в электронике. Введение в специальность : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 210601 - "Нанотехнология в электронике".; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2008 (2 экз.)
5. ; Методы получения и свойства нанобъектов : учеб. пособие.; Флинта : Наука, Москва; 2009 (5 экз.)
6. 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.)
7. Кобаяси, Кобаяси Н., Хачоян, А. В., Патрикеев, Л. Н.; Введение в нанотехнологию; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2005 (26 экз.)
8. Ратнер, Ратнер М., Ратнер, Ратнер Д., Назаренко, А. В.; Нанотехнология. Простое объяснение очередной гениальной идеи; Вильямс, Москва ; СПб. ; Киев; 2004 (26 экз.)
9. Гусев, А. И., Ремпель, А. А.; Нанокристаллические материалы; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2000 (5 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

Структура, свойства и применение наноматериалов

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
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

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 № 8 от 14.06.2023 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

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

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
2	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
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

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	Заведующий кафедрой	физических методов и приборов контроля качества

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 8 от 14.06.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Никифоров Сергей Владимирович, Заведующий кафедрой, 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 Друде-Лоренца. 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

		<p>уровни. Концентрация носителей и положение уровня Ферми в собственном полупроводнике. Концентрация носителей и положение уровня Ферми в примесных полупроводниках. Влияние концентрации примеси. Механизмы рекомбинации носителей заряда. Межзонная рекомбинация. Рекомбинация через локальные уровни. 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. Диффузия носителей заряда. Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках. Закон Бугера-Ламберта. Спектры оптического поглощения. Собственное (фундаментальное) поглощение. Экситонное поглощение. Поглощение свободными носителями заряда. Примесное поглощение. Поглощение света кристаллической решеткой. Фотопроводимость. Люминесценция. Электропроводность полупроводников в сильном электрическом поле. Наклон энергетических зон. Влияние напряженности поля на подвижность носителей заряда. Влияние напряженности поля на концентрацию носителей заряда. Эффект Ганна.</p>
3	Физические процессы в диэлектрических материалах	<p>Поляризация диэлектриков. Механизмы поляризации: электронный, ионный, ориентационный. Диэлектрическая восприимчивость и диэлектрическая проницаемость среды. Соотношение Клаузиуса-Мосотти. Диэлектрические потери.</p>

4	Свойства функциональных материалов	<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.</p> <p>Композиционные и оксидные проводящие материалы. Основные свойства полупроводниковых материалов. Классификация. Кремний: получение, свойства, применение. Легирование кремния.</p> <p>Германий, карбид кремния. Полупроводниковые соединения А IIIВ V . Арсенид галлия: получение, свойства, применение. Полупроводниковые соединения АIIIВ VI , АIVВ VI .</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. Валюхов, 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

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

Функциональные материалы микро- и нанoeлектроники

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность 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	Не требуется
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
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 Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM