

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
1143346	Введение в оптоэлектронику

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Нанотехнологии и микросистемная техника	Код ОП 1. 28.03.01/33.01
Направление подготовки 1. Нанотехнологии и микросистемная техника	Код направления и уровня подготовки 1. 28.03.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Зеленовский Павел Сергеевич	кандидат физико- математических наук, доцент	Доцент	физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Введение в оптоэлектронику

1.1. Аннотация содержания модуля

Дисциплина «Введение в оптоэлектронику» посвящена изучению физических эффектов, на которых основана работа современных оптоэлектронных приборов, используемых для создания и регистрации оптического (электромагнитного) излучения, а также физических принципов устройства таких приборов, механизмов, определяющих их предельно достижимые характеристики, и технологических способов улучшения этих характеристик.

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	Введение в оптоэлектронику	3
ИТОГО по модулю:		3

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Научно-фундаментальные основы профессиональной деятельности
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Теоретические основы профессиональной деятельности

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
Введение в оптоэлектронику	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей	З-1 - Привести примеры основных закономерностей развития природы, человека и общества З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и

<p>развития природы, человека и общества</p>	<p>решении задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p>
<p>ОПК-2 - Способен формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>З-1 - Привести примеры использования методов моделирования и математического анализа в решении задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Обоснованно выбрать возможные методы моделирования и математического анализа для предложенных задач профессиональной деятельности</p>
<p>ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>З-1 - Описать области фундаментальных, инженерных и других наук, освоенных за время обучения, знания которых используются при разработке заданных элементов технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>З-2 - Изложить основные принципы разработки элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p> <p>У-1 - Оценить взаимосвязь разрабатываемого элемента с техническим объектом, системой или технологическим процессом в целом</p>
<p>ПК-2 - Способен проводить анализ результатов измерений параметров наноматериалов и наноструктур и готовить научно-технические отчеты</p>	<p>З-1 - Определить методы обработки и анализа результатов измерений</p> <p>У-2 - Правильно интерпретировать результаты проведенных измерений</p> <p>У-3 - Соотносить результаты измерений с современным мировым состоянием дел в области нанотехнологий на основе актуальных литературных данных</p>

		П-1 - Сделать вывод о параметрах наноматериалов и наноструктур на основе анализа результатов измерений
	ПК-5 - Способен выбирать адекватные задачам экспериментальные методы для исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	З-1 - Сделать обзор экспериментальных методов исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур У-1 - Обосновать выбор экспериментальных методов исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур У-2 - Различать особенности экспериментальных исследовательских методов в области нанотехнологий

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Введение в оптоэлектронику

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Зеленовский Павел Сергеевич	кандидат физико- математических наук, доцент	Доцент	физики конденсированног о состояния и наноразмерных систем

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 1 от 18.01.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Зеленовский Павел Сергеевич, Доцент, физики конденсированного состояния и наноразмерных систем**

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	Элементы зонной теории твердых тел	Введение. Зонная структура идеального кристалла. Влияние легирования на зонную структуру. Зонная структура основных материалов оптоэлектроники.
2	Взаимодействие оптического излучения с твердым телом	Виды взаимодействия оптического излучения с твердым телом. Электрооптические и магнитооптические явления. Типы фотоприемников: фотонно-электронные и тепловые. Основные характеристики фотоприемников. Типы шумов, возникающие при регистрации электромагнитного излучения.
3	Механизмы поглощения оптического излучения в твердых телах	Механизмы поглощения света веществом. Закон Ламберта-Бугера. Виды поглощения света. Собственное поглощение. Экситонное поглощение. Примесное поглощение. Поглощение свободными носителями заряда. Решеточное поглощение.
4	Фотоэффект	Внутренний фотоэффект. Фотопроводимость полупроводников. Кинетика фотопроводимости. Фоторезисторы. Внешний фотоэффект. Работа выхода. Порог внешнего фотоэффекта. Квантовый выход внешнего фотоэффекта. Эффективность фотоэммиттеров, способы ее повышения. Фотоэлектронные умножители.
5	Оптические свойства p-n перехода	Электронно-дырочный переход (p-n переход). Контактная разность потенциалов. Область пространственного заряда, ее толщина. Емкость p-n перехода. Вольт-амперная

		характеристика p-n перехода. Пробой p-n перехода. Оптические свойства p-n перехода.
6	Фотодиод	Принцип работы. Фотогальванический и фотодиодный режимы. Характеристики фотодиодов, способы их улучшения (p-i-n структуры, фотодиоды Шоттки, фотодиоды с гетероструктурой).
7	Фотоприемники с внутренним усилением	Лавинные фотодиоды. Принцип работы транзистора. Фототранзистор. Принцип работы тиристора. Фототиристор. Канальный (полевой) фототранзистор.
8	Матрицы фотоприемников	Матрицы фотоприемников. Структуры с переносом заряда (ПЗС). Использование ПЗС для регистрации излучения. Оптические интегральные схемы.
9	Тепловые приемники оптического излучения	Термоэлемент. Болومتر. Пирозлектрические фотоприемники. Матрицы пирозлектрических приемников. Преимущества и недостатки.
10	Механизмы эмиссии оптического излучения твердыми телами	Эмиссия излучения из полупроводников. Излучательные процессы в полупроводниках. Механизмы излучательной и безызлучательной рекомбинации.
11	Источники оптического излучения	Классификация источников оптического излучения. Некогерентные источники света (светодиоды) и полупроводниковые лазеры.
12	Новые материалы оптоэлектроники	Метаматериалы. Материалы с отрицательным показателем преломления. Фотонные кристаллы.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-5 - Способен выбирать адекватные задачам экспериментальные методы для исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	У-1 - Обосновать выбор экспериментальных методов исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение в оптоэлектронику

Электронные ресурсы (издания)

1. , Зернов, Д. В.; Фотоэлектронные приборы : монография.; Наука, Москва; 1965; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=116215> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Тугов, Н. М., Лабунцов, В. А.; Полупроводниковые приборы; Энергоатомиздат, Москва; 1990 (19 экз.)
2. Павлов, П. В.; Физика твердого тела : Учеб. пособие для студентов, обуч. по спец. "Физика".; Высшая школа, Москва; 1985 (47 экз.)
3. Павлов, П. В., Хохлов, А. Ф.; Физика твердого тела : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Физика" и специальностям "Физика и технология материалов и компонентов электронной техники", "Микроэлектроника и полупроводниковые приборы"; Высшая школа, Москва; 2000 (47 экз.)
4. Звелто, О., Шмаонов, Т. А., Сорокин, Е. В.; Принципы лазеров; Мир, Москва; 1990 (11 экз.)
5. Звелто, О., Шмаонов, Т. А., Козлов, Д. Н., Созинов, С. Б., Адамович, К. Г.; Принципы лазеров : рус. пер. перераб. и доп. при участии авт. кн.; Лань, Санкт-Петербург [и др.]; 2008 (4 экз.)
6. Смит, Р. А., Пенин, Н. А.; Полупроводники : пер. с англ.; Мир, Москва; 1982 (11 экз.)
7. Цидильковский, И. М.; Электроны и дырки в полупроводниках. Энергетический спектр и динамика; Наука, Москва; 1972 (13 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Электронная библиотека УрФУ [<https://opac.urfu.ru>]

Реферативно-поисковая база данных Scopus [<http://www.scopus.com>]

Реферативно-поисковая база данных Web of Science [<https://www.webofscience.com/>]

Научная электронная библиотека издательства Springer [<https://link.springer.com>]

Научная электронная библиотека eLibrary [<https://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

Поисковая система Академия Google [<https://scholar.google.com>]

Научная электронная библиотека КиберЛенинка [<https://cyberleninka.ru>]

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение в оптоэлектронику

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 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		соответствии с количеством студентов Подключение к сети Интернет	
--	--	---	--