

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
1160006	Радиофотоника

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Инженерия радиоэлектронных средств и систем	Код ОП 1. 11.04.01/33.02
Направление подготовки 1. Радиотехника	Код направления и уровня подготовки 1. 11.04.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Мальгин Иван Владимирович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	Департамент радиоэлектроники и связи

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Радиофотоника

1.1. Аннотация содержания модуля

Радиофотоника является аналогом электроники, использующим вместо электронов кванты электромагнитного поля – фотоны. Фотонные системы не подвержены внешним электромагнитным полям, обладают гораздо большей шириной полосы пропускания сигнала. Фотоника началась в 1960 году с изобретением первого важного технического устройства — лазера. Сам же термин «фотоника» начал широко использоваться в 1980-х годах с началом широкого использования волоконно-оптической передачи. Разработка волоконно-оптических кабелей сыграла огромную роль в сфере телекоммуникаций и стала основой для развития Интернета. До 2001 года фотоника была в значительной степени сконцентрирована на телекоммуникациях. Радиофотоника занимается проблемами передачи, приема и преобразования информации с помощью электромагнитных волн СВЧ-диапазона и фотонных приборов и систем. Радиофотоника позволяет создавать радиочастотные устройства с параметрами, недостижимыми для традиционной электроники. Области применения радиофотоники: распределение сигналов на удаленные антенны, линии передачи СВЧ сигналов внутри крупных объектов, системы радио-электронной борьбы, оптические линии задержки и обработки сигналов, системы калибровки радаров и РЛС, фазированные антенные решетки.

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	Радиофотоника	3
ИТОГО по модулю:		3

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3

<p>Радиофотоника</p>	<p>ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p>
	<p>ПК-9 - Способен проектировать радиотехнические устройства, приборы, системы и комплексы с учетом заданных требований</p>	<p>З-1 - Классифицировать технические характеристики радиотехнических устройств и систем</p> <p>З-2 - Сформулировать технико-экономические проблемы выбора параметров технического оборудования</p> <p>З-3 - Сформулировать основные методы обработки аналоговой и цифровой информации в радиотехнических системах</p> <p>З-4 - Привести примеры конструктивной реализации радиоэлектронных устройств</p> <p>У-1 - Выделить основные параметры, определяющие технические характеристики радиоэлектронных устройств и систем</p> <p>У-2 - Анализировать влияние параметров устройств на функционирование радиоэлектронной системы</p> <p>У-4 - Учитывать особенности конструирования радиоэлектронных устройств в диапазоне высоких и сверхвысоких частот</p> <p>П-1 - Иметь практические навыки обоснования принятых технических решения</p> <p>П-2 - Иметь опыт выполнения анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем</p>

		П-3 - Иметь практические навыки проектирования различных элементов и устройств систем радиоэлектроники и оценки их эффективности
--	--	--

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Радиофотоника

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Малыгин Иван Владимирович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	Департамент радиоэлектроники и связи

Рекомендовано учебно-методическим советом института Радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ

Протокол № 11 от 07.11.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Малыгин Иван Владимирович, Доцент, Департамент радиоэлектроники и связи

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
A1	Радиофотоника. Основные определения.	Область радиоэлектроники и радиотехники, в которой реализуется объединение в одном устройстве или его части оптических и радиоэлектронных цепей, элементов, схем, устройств, обеспечивающих улучшение параметров, а часто и расширение функциональных возможностей аппаратуры.
A2	Области применения радиофотоники.	передача с минимальными потерями сигналов спутниковой связи, распределение сигналов на удаленные антенны, линии передачи СВЧ сигналов внутри крупных объектов, системы радио-электронной борьбы, оптические линии задержки и обработки сигналов, системы калибровки радаров и РЛС, фазированные антенные решетки.
A3	Волновые процессы в устройствах радиофотоники	Современная электроника СВЧ-диапазона, наряду с применением дискретных элементов для цифровой обработки сигналов, широко использует аналоговые принципы обработки, базирующиеся на устройствах функциональной электроники. Физическую основу работы таких устройств составляют волновые процессы в разнообразных активных средах электроники, включая вакуум, плазму и твердое тело. Использование подобных сред привело к появлению технических направлений в твердотельной электронике, таких как акустоэлектроника, спин-волновая

		<p>электроника и плазменная волновая электроника. Одним из современных направлений прикладной физики и радиэлектроники, описывающим процессы взаимодействия сигналов оптического и сверхвысокочастотного диапазона, является радиофотоника.</p>
A4	Микроволновая твердотельная радиофотоника	<p>Современная твердотельная электроника СВЧ базируется на элементной базе, включающей различные полупроводниковые и ферритовые приборы, а также приборы на основе активных диэлектриков как в дискретном, так и в микроэлектронном исполнении. Излагаются современные методы конструирования радиофотонных приборов, а также интегральных схем на их основе.</p>
A5	Компьютерные технологии в разработке устройств радиофотоники	<p>Рассматриваются особенности решения систем дифференциальных уравнений, описывающих работу СВЧ-элементов устройств радиофотоники методами квазидвумерного анализа. Особое место уделяется рассмотрению устройств со сложной топологией. Синтаксис пакетов MatCad, FlexPDE, MatLab, Synopsys TCAD. Приборно-технологическое моделирование в среде Synopsys TCAD. Введение в методы моделирования на основе интегродифференциальных операторов дробного порядка.</p>
A6	Приборы и устройства функциональной электроники и радиофотоники	<p>Под радиофотоникой понимается объединяющий обширный комплекс областей науки и техники, связанных с проблемами передачи, приёма и преобразования информации с помощью электромагнитных волн СВЧ диапазона и оптических волн, приборов и систем. При изложении основное внимание уделяется вопросам возникновения и взаимодействия волновых возбуждений в различных континуальных средах в совокупности с физическими полями, а также вопросам создания устройств обработки, генерации и хранения информации, позволяющих перейти от интеграции технологической к интеграции физической.</p>
A7	Современные методы проектирования радиофотонных интегральных схем гигагерцовых и терагерцовых частот	<p>В рамках данной темы студенты изучают: основные теоретические положения электродинамики, радиофотоники, особенности конструирования устройств радиофотоники с сосредоточенными и распределенными параметрами; принципы работы и характеристики устройств радиофотоники, выполняемых в виде интегральных схем; схемы устройств радиофотоники на основе линий передач гигагерцовых и терагерцовых частот и методы их проектирования; современные тенденции в области разработок и конструирования интегральных схем радиофотоники.</p>

A8	Диагностика материалов электроники и радиофотоники	Основной целью изучения этой темы является приобретение навыков применения аналитических методов диагностики материалов и элементов электроники и радиофотоники. Излагаются основные тенденции совершенствования современных средств аналитической диагностики в русле общих направлений развития микро- и нанoeлектроники и технологии.
A9	Перспективы сверхвысокочастотной микроэлектроники и радиофотоники	В рамках данной темы студенты изучают: основные теоретические положения электродинамики; особенности конструирования СВЧ-устройств с сосредоточенными и распределенными параметрами; особенности конструирования устройств радиофотоники; принципы работы и характеристики устройств СВЧ и устройств радиофотоники, выполняемых в виде интегральных схем; схемы СВЧ-устройств на основе линий передачи, а также методы расчета их характеристик; современные тенденции в области разработок и конструирования интегральных схем СВЧ и устройств радиофотоники.
A10	Технологии перспективных материалов электроники и радиофотоники	Настоящая тема посвящена изучению технологии перспективных материалов электроники и радиофотоники. Предусматривается изучение свойств новых материалов и основные особенности технологии их синтеза, овладение навыками обоснованного выбора метода синтеза нового материала, формирование представлений о перспективах и тенденциях развития новых материалов электроники и радиофотоники.

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

Радиофотоника

Электронные ресурсы (издания)

1. Шандаров, С. М.; Введение в квантовую и оптическую электронику : учебное пособие.; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; 2012; <http://www.iprbookshop.ru/13922.html> (Электронное издание)
2. Черненко, В. Д.; Оптомеханика волоконных световодов : учебное пособие.; Политехника, Санкт-Петербург; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=129575> (Электронное издание)
3. Шандаров, С. М.; Введение в оптическую физику : учебное пособие.; ТУСУР, Томск; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480459> (Электронное издание)

4. Кашапов, Н. Ф., Кашапов, Н. Ф.; Лазеры и их применение в медицине : учебное пособие.; Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), Казань; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258830> (Электронное издание)
5. ; Лазеры в микро- и нанoeлектронике : учебное пособие.; Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Таганрог; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561291> (Электронное издание)
6. Шангина, Л. И.; Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие.; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208584> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Черненко, В. Д.; Оптомеханика волоконных световодов : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. 200200 - Опотехника, специальностям 200203 - Опт.-электрон. приборы и системы и 200204 - Опт. технологии и материалы.; Политехника, Санкт-Петербург; 2010 (5 экз.)
2. Грибковский, В. П.; Полупроводниковые лазеры : Учеб. пособие по специальности "Радиофизика и электроника"; Университетское, Минск; 1988 (11 экз.)
3. Тарасенко, В. Ф., Багров, В. Г., Пойзнер, Б. Н.; Импульсные лазеры на плотных газах: Физика процессов и экспериментальная техника : Учеб. пособие.; Изд-во Томск. ун-та, Томск; 1992 (1 экз.)
4. Янг, Янг М., Липунова, Н. А., Наний, О. К., Стратонович, В. В., Михайлин, В. В.; Оптика и лазеры, включая волоконную оптику и оптические волноводы; Мир, Москва; 2005 (2 экз.)
5. Айхлер, Айхлер Ю., Айхлер, Айхлер Г.-И., Казанцева, Л. Н.; Лазеры. Исполнение, управление, применение : [учеб. пособие].; Техносфера, Москва; 2008 (4 экз.)
6. Игнатов, А. Н.; Оптоэлектроника и нанofотоника : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлениям подгот. "Электроника и нанoeлектроника" и "Телекоммуникации"; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2011 (2 экз.)
7. Игнатов, А. Н.; Оптоэлектроника и нанofотоника : учеб. пособие для вузов.; Лань, Санкт-Петербург[и др.]; 2011 (1 экз.)
8. Пихтин, А. Н.; Оптическая и квантовая электроника : Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Электроника и микроэлектроника"; Высшая школа, Москва; 2001 (15 экз.)
9. Киселев, Г. Л.; Квантовая и оптическая электроника : учеб. пособие [для студентов, обучающихся по направлению "Электроника и нанoeлектроника"].; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2011 (7 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Радиофотоника

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES
2	Лабораторные занятия	Рабочее место преподавателя Доска аудиторная 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 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES