

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ, СПИНТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ

КАФЕДРА ФИЗИКИ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

ОДОБРЕНО НТС ИНТЭЛ

Протокол № 4

от 23.07.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ВВЕДЕНИЕ В РАДИОФОТОНИКУ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
7	3	108	16	32	0		33	0	Э
Итого	3	108	16	32	0	0	33	0	

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются основы современной радиофотоники, обсуждаются принципы работы радиофотонных устройств и перспективы развития радиофотоники. Радиофотонику можно определить как область знания, которая изучает взаимодействие между оптическими и микроволновыми полями в различных нелинейных средах и устройствах с целью создания новых методов генерации, управления, приема, обработки и анализа СВЧ сигналов средствами фотоники. Появление радиофотоники явилось закономерным следствием развития сверхскоростных (до 100 Гб/сек и выше) линий связи. Лекционный курс включает в себя обзор характеристик основных элементов радиофотонных устройств, включая их динамические и шумовые параметры. Излагаются основы функционирования радиофотонных преобразователей частоты, волоконно-оптических линий передачи, радиофотонных аналого-цифровых преобразователей, радиофотонных зондирующих систем, рассматриваются технологии радиофотонного формирования сигналов СВЧ диапазона и радиофотонной фильтрации СВЧ сигналов. Таким образом, курс формирует практические компетенции, необходимые для разработки и исследования радиофотонных систем.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания данной дисциплины состоит в получении студентами необходимых знаний и формировании у них фундаментальных и практических компетенций в области современных радиофотонных технологий, необходимых для разработки и создания перспективных радиофотонных микроволновых устройств и систем.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина связана с курсами, формирующими фундаментальные компетенции - Физическая оптика и основы фотоники, Генерация, прием и обработка широкополосных СВЧ сигналов, Перспективные радиолокационные системы. Освоение данной дисциплины базируется на изучении студентом следующих дисциплин: Математики, Общей физики, Теории поля, Статистической радиофизики, Физики полупроводников, Волоконной оптики, Лазерной оптики, Радиоэлектронных устройств и систем микроволнового диапазона.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание	Код и наименование индикатора достижения профессиональной
--	---------------------------	---	---

		(профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	компетенции
проектно-конструкторский			
Составление описаний проводимых исследований и разрабатываемых проектов, подготовка данных для составления обзоров, отчетов и другой технической документации в области радиофотонных технологий и систем	Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования. Технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области оптоэлектроники и радиофотоники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий оптоэлектроники и радиофотоники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.	ПК-9.2 [1] - Способен использовать и осваивать программное обеспечение, необходимое для проектирования, моделирования, а также обработки результатов измерений характеристик оптоэлектронных и радиофотонных устройств и интегральных схем на их основе <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.002	З-ПК-9.2[1] - Знать основные программно-технические средства, которые могут быть использованы для проектирования и моделирования оптоэлектронных и радиофотонных устройств и интегральных схем на их основе; У-ПК-9.2[1] - Уметь осваивать новое программное обеспечение и другие методы анализа в области радиофотоники, а также комбинировать и интегрировать проекты, результаты моделирования и данные измерений при необходимости одновременного использования нескольких программно-технических средств; В-ПК-9.2[1] - Владеть основными методами измерений электронных, оптических и иных характеристик оптоэлектронных и радиофотонных устройств, уметь грамотно представлять результаты измерений, а также проводить сравнение с результатами моделирования с

			учетом погрешностей и допусков
Выполнение математического (компьютерного) моделирования с целью анализа и оптимизации параметров объектов оптоэлектроники и радиофотоники на базе имеющихся средств исследований и проектирования, включая стандартные пакеты автоматизированного проектирования и моделирования	Выполнение математического (компьютерного) моделирования с целью анализа и оптимизации параметров объектов фотоники и оптоинформатики на базе имеющихся средств исследований и проектирования, включая стандартные пакеты автоматизированного проектирования и моделирования	ПК-5 [1] - Способен выполнять расчет и проектирование отдельных узлов или элементов электронных приборов, схем и устройств определенного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004	3-ПК-5[1] - Знание теоретических основ конструирования приборов электроники и наноэлектроники; У-ПК-5[1] - Умение применять средства автоматизации проектирования отдельных узлов и элементов ; В-ПК-5[1] - Владение методами конструирования и проектирования узлов и элементов схем аналоговой и цифровой электроники
научно-исследовательский			
Анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта исследований в области радиофотонных интеллектуальных систем	Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования. Технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области оптоэлектроники и радиофотоники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий	ПК-3 [1] - Способен анализировать и систематизировать результаты исследований, определять степень достоверности результатов экспериментальных исследований, сопоставлять полученные результаты с мировым уровнем, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций, баз данных <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-3[1] - Знание законов статистической физики; У-ПК-3[1] - Умение находить научную информацию в базах данных, выполнять её анализ и систематизацию, представлять результаты своих исследований в виде докладов, отчётов и публикаций.; В-ПК-3[1] - Владение методами обработки результатов измерений

	оптоэлектроники и радифотоники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.		
производственно-технологический			
Подготовка и проведение технологических процессов производства материалов и изделий оптоэлектроники и радифотоники	Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования. Технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области оптоэлектроники и радифотоники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий оптоэлектроники и радифотоники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных	ПК-8 [1] - Способен выполнять постановку и эксплуатацию определенного технологического процесса или блока технологических операций по производству материалов и изделий электронной техники <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004	З-ПК-8[1] - Знание технологий сверхбольших интегральных схем, планарных и иных технологий электроники и наноэлектроники; У-ПК-8[1] - Умение выполнять постановку и эксплуатацию определенного технологического процесса или блока технологических операций по производству СБИС, интегральных СВЧ-систем и других изделий электронной техники.; В-ПК-8[1] - Владение технологическими операциями по производству материалов и изделий электронной техники

	приборов и устройств.		
Осуществление наладки, настройки и опытной проверки отдельных видов элементов, устройств и систем оптоэлектроники и радиофотоники в процессе НИОКР и опытного производства	Выполнение математического (компьютерного) моделирования с целью анализа и оптимизации параметров объектов фотоники и оптоинформатики на базе имеющихся средств исследований и проектирования, включая стандартные пакеты автоматизированного проектирования и моделирования	ПК-9 [1] - Способен выполнять определенный тип измерительных или контрольных операций при исследовании параметров полупроводниковых приборов и устройств или в технологическом процессе по производству материалов и изделий электронной техники <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.037	З-ПК-9[1] - Знание параметров полупроводниковых приборов аналоговой, цифровой, радиочастотной и СВЧ-электроники.; У-ПК-9[1] - Умение выполнять исследования параметров полупроводниковых приборов и устройств в микро- и нанoeлектронике; В-ПК-9[1] - Владение методами измерений в технологическом процессе по производству материалов и изделий электронной техники
Осуществление наладки, настройки и опытной проверки отдельных видов элементов, устройств и систем оптоэлектроники и радиофотоники в процессе НИОКР и опытного производства	Выполнение математического (компьютерного) моделирования с целью анализа и оптимизации параметров объектов фотоники и оптоинформатики на базе имеющихся средств исследований и проектирования, включая стандартные пакеты автоматизированного проектирования и моделирования	ПК-10 [1] - Способен к модернизации существующих и внедрению новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.037	З-ПК-10[1] - Знание физических основ современных микро- и нанотехнологий, технологий гетероструктурной и СВЧ-электроники.; У-ПК-10[1] - Умение творчески применять современное оборудование для измерений параметров наноматериалов и наноструктур; В-ПК-10[1] - Владение методами измерений параметров наноматериалов и наноструктур

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное	Создание условий,	1.Использование воспитательного

воспитание	обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и

		подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (В21)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при

		распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование коммуникативных навыков в области разработки и производства полупроводниковых изделий (В36)	1.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин «Введение в специальность», «Введение в технику физического эксперимента», «Измерения в микро- и нанoeлектронике», «Информационные технологии в физических исследованиях», «Экспериментальная учебно-исследовательская работа» для: - формирования навыков безусловного выполнения всех норм безопасности на рабочем месте, соблюдении мер предосторожности при выполнении исследовательских и производственных задач с опасными веществами и на оборудовании полупроводниковой промышленности, а также в помещениях с высоким классом чистоты посредством привлечения действующих специалистов полупроводниковой промышленности к реализации учебных дисциплин и сопровождению проводимых у студентов практических работ в этих организациях, через выполнение студентами практических и лабораторных работ, в том числе с использованием современных САПРов для моделирования компонентной базы электроники, измерительного и технологического оборудования на кафедрах, лабораториях и центрах ИНТЭЛ; 2.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин «Спецпрактикум по физике наносистем», «Спецпрактикум по нанотехнологиям», «Специальный практикум по физике наносистем», «Современные проблемы физики

		конденсированных сред (спецсеминар)», «Экспериментальные методы исследования наноструктур (спецсеминар)», для: - формирования профессиональной коммуникации в научной среде; - формирования разностороннего мышления и тренировки готовности к работе в профессиональной и социальной средах полупроводниковой промышленности - формирования умений осуществлять самоанализ, осмысливать собственные профессиональные и личностные возможности для саморазвития и самообразования, в целях постоянного соответствия требованиям к эффективным и прогрессивным специалистом для разработок новых материалов и устройств по направлениям, связанным с СВЧ электроникой, микро- и нанопроцессорами, оптическими модуляторами и применением новых материалов в наноэлектронных компонентах через организацию практикумов в организациях по разработке и производству полупроводниковых изделий, использование методов коллективных форм познавательной деятельности, ролевых заданий, командного выполнения учебных заданий и защиту их результатов.
--	--	---

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Основные элементы радиофотонных устройств и их характеристики	1-8	8/16/0		25	КИ-8	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3
2	Базовые радиофотонные устройства и системы	9-16	8/16/0		25	КИ-16	3-ПК-9.2, У-ПК-9.2, В-ПК-9.2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		16/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	Э	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	16	32	0

1-8	Основные элементы радиофотонных устройств и их характеристики	8	16	0
1 - 8	Основные элементы радиофотонных устройств, их характеристики и математические модели Основные элементы радиофотонных устройств и их характеристики и математические модели основных элементов радиофотонных устройств	Всего аудиторных часов		
		8	16	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Базовые радиофотонные устройства и системы	8	16	0
9 - 16	Базовые радиофотонные устройства и системы Базовые радиофотонные устройства и технологии и перспективные радиофотонные системы	Всего аудиторных часов		
		8	16	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>7 Семестр</i>
1	Волоконно-оптические линии передачи и их основные компоненты Волоконно-оптические линии передачи и их основные компоненты
2	Основные параметры аналоговых радиочастотных систем Основные параметры аналоговых радиочастотных систем
3	Источники шума в радиофотонных системах Источники шума в радиофотонных системах
4	Искажения сигнала в радиофотонных системах Искажения сигнала при распространении в волоконно-оптических линиях
5	Искажения сигнала при распространении в волоконно-оптических линиях Искажения сигнала при распространении в волоконно-оптических линиях
6 - 7	Математические модели основных элементов радиофотонных устройств Математические модели основных элементов радиофотонных устройств
8	Преобразование частоты в радиофотонных системах Преобразование частоты в радиофотонных системах
9 - 10	Волоконно-оптические линии передачи Волоконно-оптические линии передачи
11	Радиофотонное формирование сигналов СВЧ диапазона Радиофотонное формирование сигналов СВЧ диапазона
12	Радиофотонная фильтрация СВЧ сигналов Радиофотонная фильтрация СВЧ сигналов
13 - 14	Радиофотонные аналого-цифровые преобразователи (АЦП)

	Радиофотонные аналого-цифровые преобразователи (АЦП)
15 - 16	Радиофотонные зондирующие системы Радиофотонные зондирующие системы

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы используются следующие технологии:

- лекции по курсу традиционного типа, на некоторых лекциях применяется компьютерный проектор для иллюстраций сложных устройств, систем и процессов;
- самостоятельная работа: обзор предлагаемой темы;
- посещение лабораторий НОЦ «Нанотехнологии» НИЯУ МИФИ.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-10	З-ПК-10	КИ-16
	У-ПК-10	КИ-16
	В-ПК-10	КИ-16
ПК-3	З-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-5	З-ПК-5	КИ-16
	У-ПК-5	КИ-16
	В-ПК-5	КИ-16
ПК-8	З-ПК-8	КИ-16
	У-ПК-8	КИ-16
	В-ПК-8	КИ-16
ПК-9	З-ПК-9	КИ-16
	У-ПК-9	КИ-16
	В-ПК-9	КИ-16
ПК-9.2	З-ПК-9.2	КИ-16
	У-ПК-9.2	КИ-16
	В-ПК-9.2	КИ-16

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Студентам рекомендуется исправно посещать занятия, внимательно слушать преподавателя и при необходимости задавать вопросы, стараясь добиться полного и ясного понимания материала. Требуется тщательно конспектировать лекционный материал в удобной и доступной для восприятия форме. Необходимо уделять время самостоятельной работе, изучению рекомендуемой литературы и при необходимости поиску дополнительных источников информации. Рекомендуется также повторить материал, изученный ранее, в особенности по теории поля, электродинамике, статистической радиофизике, волоконной оптике, лазерной оптике, радиоэлектронным устройствам и системам микроволнового диапазона.

Дополнительные источники литературы по курсу:

Р.С. Стариков. Фотонные АЦП. “Успехи современной радиоэлектроники”, 2015 г., № 2.

J. Capmany, B. Ortega, and D. Pastor, “A tutorial on microwave photonic filters,” J. Lightw. Technol., vol. 24, no. 1, pp. 201–229, Jan. 2006.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Преподавателю рекомендуется активно взаимодействовать со студентами, отвечать на разумные вопросы и обеспечить по возможности полное понимание излагаемого материала. При этом стоит учитывать предварительно приобретенные в бакалавриате знания и умения, при необходимости делать акцент на наименее знакомых большинству студентов темах курса. Особое внимание при изложении материала следует уделять вопросам практического и приборного применения затрагиваемых физических процессов, с целью повышения мотивации студентов к его усвоению.

Автор(ы):

Сибирмовский Юрий Дмитриевич

Васильевский Иван Сергеевич, к.ф.-м.н., доцент