

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 01.09.2025 15:11:03

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d98e89bca882b3b01

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

И.Г. Игнатова

«13» сентября 2020 г.

М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Физические основы фотоники»

Направление подготовки – 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Направленность (профиль) – «Квантовые приборы и нанoeлектроника»

2020 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК- 1 «Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования» сформулирована на основе следующих профессиональных стандартов:

40.040 Инженер в области разработки цифровых библиотек стандартных ячеек и сложнофункциональных блоков

Обобщенная трудовая функция: Разработка электрических схем и характеристика стандартных ячеек библиотеки

Трудовые функции: А/01.6 «Разработка электрических схем стандартных ячеек библиотеки»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-1.ФОТ «Способен понимать базовые принципы работы и строить физико-математические модели фотонных интегральных схем»	- анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; - участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике, обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств;	Знания: - законов электродинамики; - уравнений Максвелла в вакууме и веществе; Умения: - давать численные оценки параметров фотонных интегральных схем; Опыт деятельности: - опыт использования математического аппарата теории электромагнитного поля при решении практических задач специалиста по нанoeлектронике, разрабатывающего фотонные интегральные схемы;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Для её освоения требуются знания, умения и опыт деятельности, приобретаемые студентами при изучении следующих дисциплин: Математический анализ; Физика. Электричество и магнетизм; Физика. Оптика; Дифференциальные уравнения.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоём- кость (ЗЕ)	Общая трудоём- кость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная ат- тестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
2	3	4	144	-	-	64	80	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименова- ние модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Введение в электродинамику	-	-	32	40	Контроль выполнения индивиду- ального задания.
1. Физические ос- новы фотоники	-	-	32	40	
					Контрольная работа

4.1. Лекционные занятия

Не предусмотрены

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практиче- ского занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Плотность заряда и её вид в случае системы точечных зарядов, уравнения Максвелла для электромагнитного поля в вакууме, закон сохранения заряда в форме уравнения непрерывности, теорема Остроградского-Гаусса.
	2	2	Потенциалы электромагнитного поля в вакууме, градиентная инвариантность.
	3	2	Типы калибровок.
	4	2	Микро и макро уравнения Максвелла для электромагнитного поля в среде, потенциалы электромагнитного поля в среде.

	5	2	Калибровка Лоренца в случае однородной изотропной среды, уравнение Даламбера (без учёта пространственной дисперсии).
	6	2	Уравнения Максвелла для стационарного электромагнитного поля в среде, уравнения Пуассона в электростатике.
	7	2	Функция Грина в случае неограниченной области.
	8	2	Оператор трансляции. Потенциал системы зарядов.
	9	2	Электрические (дипольный и квадрупольный) моменты системы зарядов, магнитный дипольный момент системы токов.
	10	2	Электрическое поле системы зарядов на больших расстояниях.
	11	2	Система зарядов во внешнем электростатическом поле.
	12	2	Векторный потенциал системы стационарных токов. Приближение линейного тока.
	13	2	Уравнения Максвелла для квазистационарного электромагнитного поля, условия квазистационарности поля.
	14	2	Глубина проникновения квазистационарного электромагнитного поля.
	15	2	Уравнения Максвелла электромагнитных волн в вакууме, решение волнового уравнения в случае плоской электромагнитной волны в вакууме.
	16	2	Мощность потока светового поля, вектор Пойнтинга, граничные условия на поверхности раздела сред с различной проницаемостью, показатель преломления, дисперсия и затухание, фазовая и групповая скорость.
2	17	2	Уравнения Максвелла в случае плоской монохроматической волны в вакууме и в средах, спектральное разложение светового поля, комплексная диэлектрическая проницаемость $\epsilon(\omega)$.
	18	2	Квантование электромагнитного поля.
	19	2	Основные понятия статистической физики светового излучения: мощность, интенсивность (освещенность, светимость), направленность, яркость. спектральная плотность интенсивности; флуктуации фазы и амплитуды световой волны, длина волнового цуга, время жизни фотона и неопределенность его частоты, средняя интенсивность суммы световых волн.
	20	2	Атом во внешнем световом поле, поляризуемость атомов, поляризуемость системы примесных атомов в диэлектрике, теория квантовых переходов в непрерывный спектр, спонтанное и вынужденное излучение, коэффициенты Эйнштейна, тепловое и люминесцентное излучение.
	21	2	Функция Грина уравнения Гельмгольца, запаздывающая функция Грина уравнения Даламбера.
	22	2	Уравнения Максвелла для электромагнитного поля в среде с пространственно-временной дисперсией.
	23	2	Волновое уравнение в случае среды с пространственной дисперсией.

	24	2	Групповая скорость.
	25	2	Использование метода самосогласования для нахождения электростатического потенциала в плазме, дебаевский радиус экранирования.
	26	2	Разложение запаздывающих потенциалов в ряды по малому параметру.
	27	2	Дипольное излучение, волновая зона дипольного излучения.
	28	2	Интенсивность дипольного излучения в волновой зоне.
	29	2	Материальные уравнения или уравнения связи.
	30	2	Поведение электромагнитного поля при переходе через границу раздела двух сред.
	31	2	Краевые, граничные условия, задачи Дирихле и Неймана.
	32	2	Функция Грина задач электростатики.

4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1. Введение в электродинамику	10	Работа с конспектом практических занятий.
	5	Чтение и разбор рекомендованной литературы.
	25	Выполнение индивидуального задания: решение практико-ориентированных задач.
2. Физические основы фотоники	10	Работа с конспектом практических занятий.
	5	Чтение и разбор рекомендованной литературы.
	25	Выполнение индивидуального задания: решение практико-ориентированных задач.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

Модуль 1

1. Теоретический материал по тематике семинарских заданий.
2. Методические указания студентам.
3. Список учебной литературы.

Модуль 2

4. Теоретический материал по тематике семинарских заданий.
5. Методические указания студентам.
6. Список учебной литературы.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература:

1. Электродинамика и распространение радиоволн: Учеб. пособие / Д.Ю. Муромцев, Ю.Т. Зырянов, П.А. Федюнин [и др.]. - 2-е изд., доп. - СПб. : Лань, 2014. - 448 с. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - URL: <https://e.lanbook.com/book/50680> (дата обращения: 09.12.2020). - ISBN 978-5-8114-1637-0
2. Сборник задач по курсу "Электродинамика и распространение радиоволн" : Учеб. пособие для вузов / С. И. Баскаков, [и др.]; Под ред. С.И. Баскакова. - 2-е изд. - М. : ЛЕНАНД, 2016. - 210 с.

Периодические издания:

1. УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК : Научный журнал / Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН, Редакция журнала УФН. - М. : РАН, 1918 - . - URL: <http://ufn.ru/> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: свободный
2. ЖУРНАЛ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ : Научный журнал / РАН, Ин-т физических проблем им. П.Л. Капицы. - М. : РАН, Наука, 1873 - . - URL: <http://www.jetp.ac.ru/cgi-bin/r/index> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: свободный
3. ПИСЬМА В ЖУРНАЛ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ = JETP Letters / Российская академия наук, Институт физических проблем им. П. Л. Капицы РАН. - М. : ИКЦ Академкнига, 1965 - . – URL: <http://www.jetpletters.ac.ru/> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: свободный
4. JOURNAL OF APPLIED PHYSICS / American Institute of Physics. - USA : AIP, [б.г.]. – URL: <http://scitation.aip.org/content/aip/journal/jap> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: по подписке МИЭТ.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. – URL: www.scopus.com/ (дата обращения: 27.11.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
2. Web of Science [v.5.35]: сайт. - URL: <http://apps.webofknowledge.com> (дата обращения: 27.11.2020).
3. MATLAB : [раздел сайта] // MathWorks : [сайт]. - 1994-2020. - URL: <https://www.mathworks.com/help/matlab/index.html> (дата обращения: 27.11.2020)

4. WebCSD // The Cambridge Crystallographic Data Centre (CCDC) : [сайт]. - URL: <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/> (дата обращения: 27.11.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
5. APS Physics: [сайт] / American Physical Society Sites. - URL: <https://www.aps.org/> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: свободный.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС <http://orioks.miet.ru>.

В ходе реализации обучения используются технологии смешанного обучения.

Применяется модель смешанного обучения «перевернутый класс». Учебный процесс начинается с постановки проблемного задания, для выполнения которого студент должен самостоятельно ознакомиться с материалом, размещенным в электронной среде. В аудитории проверяются и дополняются полученные знания с помощью дискуссий и решения практических задач. Работа поводится по следующей схеме: СРС (онлайновая предаудиторная работа с использованием внешнего или внутреннего ресурса) - аудиторная работа (семинар с представлением и обсуждением выполненной работы, решение практических задач с опорой на результаты самостоятельной работы) - обратная связь с обсуждением и подведением итогов.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта преподавателя, zoom-консультации.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются внутренние электронные ресурсы в системе ОРИОКС.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную инфор-	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Fire-

	мационно-образовательную среду МИЭТ	fox, Google Crome); Acrobat reader DC
--	-------------------------------------	---------------------------------------

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции ПК-1.ФОТ «Способен понимать базовые принципы работы и строить физико-математические модели фотонных интегральных схем».

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Посещение семинаров обязательно. Дополнительной формой аудиторной работы являются консультации. Консультации проводятся преподавателем по расписанию, заранее согласованному со студентами.

Цель семинаров – обучение базовым знаниям и умениям с частичным охватом материала повышенного уровня. Освоение дисциплины на повышенном уровне в значительной степени осуществляется студентом самостоятельно. Преподаватель предоставляет студентам все необходимые для этого методические материалы, а также проводит для желающих еженедельные консультации. Тема консультации, как правило, повторяет тему лекции, которая читалась на неделе, предшествующей консультации. На консультациях обсуждаются задачи повышенного уровня сложности, теоретический материал по теме. Безусловно, во время консультаций можно получить помощь и по всем вопросам базового уровня.

На семинарах, проводимых в диалоговом режиме, студенты получают специальные знания для закрепления предмета посредством разбора и решения модельных задач. Каждая задача представляет собой миниатюрную исследовательскую проблему, а процесс её решения моделирует научно-исследовательскую работу. Как показывает практика, наибольшую трудность при решении представляет формализация условия, т. е. перевод информации с русского языка на язык математических законов, формул и отношений. В данном случае, для облегчения поиска ответа необходимо научить студентов отбрасывать несущественные детали условия, пользоваться упрощенными моделями и схемами, опираться на известные физические законы.

Контроль выполнения индивидуального задания проводится в соответствии с графиком контрольных мероприятий в ОРИОКС на семинарах. На консультациях проводится разбор ошибок в индивидуальных заданиях.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (суммарно 100 баллов). Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИ-ОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/> .

РАЗРАБОТЧИКИ:

Профессор каф. КФН, д. ф.-м. н.



/ А. Г. Фокин /

Ст. преподаватель



/ А. Е. Широков /

Рабочая программа дисциплины «Физические основы фотоники» по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», направленности (профилю) «Квантовые приборы и наноэлектроника» разработана на кафедре квантовой физики и наноэлектроники (КФН) и утверждена на заседании кафедры 17 декабря 2020 года, протокол № 12

Заведующий кафедрой КФН  /А. А. Горбачев/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК  / И.М. Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки  / Т.П. Филиппова /