

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины
(модуля)

**Физические основы электроники сверхвысоких частот и квантовой
электроники**

Разработчик (и):

Гомонов А.Д.,
доцент
к.т.н.

Утверждено на заседании кафедры

РЭСиТРО

наименование кафедры

протокол № 1 от 01.09.2022 года

Заведующий кафедрой РЭСиТРО



Л.Ф. Борисова

Пояснительная записка

Объем дисциплины 2 з. е.

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций ¹	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-3 Способен к реализации программ экспериментальных исследований, в том числе в режиме удаленного доступа, включая выбор технических средств, обработку результатов и оценку погрешности экспериментальных данных	ПК-3.1 принципы планирования экспериментальных исследований. ПК-3.2 обосновывать программу эксперимента, обрабатывать результаты эксперимента, оценивать погрешности экспериментальных данных. ПК-3.3 техникой проведения экспериментальных исследований.	Знать: основные положения современной физики твердого тела, зонной теории, физики полупроводниковых материалов, контактные явления в полупроводниках p-n – переходы, гетеропереходы, переходы Шоттки, применение их в электронных приборах, функциональные свойства приборов и их основные параметры, принципы действия их типы и основные конструктивные и эксплуатационные характеристики, области применения. Уметь: применять теорию физики твердого тела при составлении математических моделей электронных приборов и применять соответствующие методы расчетов к анализу параметров электронных приборов с использованием средств компьютерного проектирования. Владеть: навыками экспериментального исследования антенных полупроводниковых электронных приборов, методами автоматизации измерений.

Содержание разделов дисциплины:

- Раздел 1. Введение. Понятие о квантовой физике.
Раздел 2. Основы зонной теории твердых тел.
Раздел 3. Концентрация носителей заряда и положение уровня Ферми
Раздел 4. Концентрация электронов и дырок в собственном и примесном полупроводниках.
Раздел 5. Контактные явления в полупроводниках. p-n переход.
Раздел 6. Переход Шоттки. Гетеропереходы
Раздел 7. Полупроводниковые диоды, биполярные транзисторы, МДП- структуры, полевые транзисторы
Раздел 8. Сверхъяркие светодиоды. Фотодиоды. Солнечные батареи. Полупроводниковые лазеры.
Раздел 9. Транзисторы СВЧ.
Биполярные транзисторы с использованием гетеропереходов. Полевые транзисторы с управляющим переходом Шоттки. Полевые транзисторы с высокой подвижностью электронов в канале. (HEMT). Формирование канала с высокой подвижностью электронов при помощи гетероперехода. GaAs полевой транзистор с барьером Шоттки. GaN полевой транзистор с барьером Шоттки. Интегральные микросхемы СВЧ.

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;

¹ Указываются индикаторы достижения компетенций, закрепленные за данной дисциплиной (модулем)

- методические указания к выполнению лабораторных/практических/контрольных работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;

- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МГТУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МГТУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);

- задания текущего контроля;

- задания промежуточной аттестации;

- задания внутренней оценки качества образования.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

Основная литература

1. Гуртов В.А. Твердотельная электроника : Учеб. пособие – 3-е издание., доп. Москва: Техносфера 2008. – 512 с.

2. Гуртов В.А. Осауленко Р.Н. Физика твердого тела для инженеров : Учеб. пособие – 2-е издание., доп. Москва: Техносфера 2012. – 560 с.

3. Физика твердого тела для инженеров : учеб. пособие / В. А. Гуртов, Р. Н. Осауленко; науч. ред. Л. А. Алешина. - Москва : Техносфера, 2007. - 518, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 505-510.

4. Электронные приборы : учеб. пособие для вузов / Г. Г. Червяков, С. Г. Прохоров, О. В. Шиндор. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2012. - 333, [1] с. : ил. - (Серия "Высшее образование"). - Библиогр.: с. 329-331.

5. Твердотельная фотоэлектроника: физические основы : учеб. пособие для вузов / А. М. Филачев, И. И. Таубкин, М. А. Трищенко. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва : Физматкнига, 2007. - 381, [2] с. : ил. - Библиогр.: с. 379-381.

6. Основы физики полупроводников / Ю. Питер, М. Кардона; под ред. Б. П. Захарчени ; пер. с англ. И. И. Решиной. - 3-е изд. - Москва : Физматлит, 2002. - 560 с.

7. Зиненко, В. И. Основы физики твердого тела : учеб. пособие для вузов / В. И. Зиненко, Б. П. Сорокин, П. П. Турчин. - Москва : Физматлит, 2001. - 336 с.

8. Садченков, Д. А. Маркировка радиодеталей отечественных и зарубежных : справ. пособие / Д. А. Садченков. - Москва : Солон-Р, 2000. - 212 с. : ил.

9. Власов, А. Б. Физические основы электронной техники : учеб. пособие для курсантов (студентов) всех форм обучения. В 2 ч. Ч. 1. Физика полупроводников / А. Б. Власов; МГАРФ. - Мурманск, 1994. - 143 с. : ил.

Дополнительная литература

1. Гуринов А.В. Практикум по дисциплине «Физические основы электроники сверхвысоких частот и квантовой электроники» для студентов специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», всех форм обучения– Мурманск, издательство МГТУ. [электронное издание]

2. Покровский Ф.Н. Материалы и компоненты радиоэлектронных средств : Учеб. пособие для вузов / М-во образования РФ. 2-е изд. - М. : Горячая линия – телеком, 2016. - 350 с. : ил.

3. Опадчий Ю.Ф., Глудкин О.П., Гуров А.И. Аналоговая и цифровая электроника (полный курс) : Учеб. пособие для вузов / М-во образования РФ. Под ред. О.П. Глудкина 2-е изд. - М.: Горячая линия – телеком, 2017. - 768 с. : ил.

4. Игумнов Д.В., Костюнина Г.П. Основы полупроводниковой электроники. : Учеб. пособие для вузов / М-во образования РФ. - М.: Горячая линия – телеком, 2015. - 394 с. : ил.

5. Соколов С.В., Титов Е.В. Электроника. : Учеб. пособие для вузов / М-во образования РФ. - М.: Горячая линия – телеком, 2013. - 204 с. : ил.

6. Твердотельная фотоэлектроника: фоторезисторы и фотоприемные устройства : учеб. пособие для вузов / А. М. Филачев, И. И. Таубкин, М. А. Трищенко. - Москва : Физматкнига, 2012. - 363, [2] с. : ил. - Библиогр.: с. 362-363.

Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины *

1. Электронно-библиотечная система ЭБС - <http://www.rucont.ru/>

2. ЭБС издательства "ЛАНЬ" - <http://e.lanbook.com>

3. ЭБС BOOK.ru - <http://book.ru/>

4. ЭБС eLIBRARY.RU

5. Информационная система доступа к российским научно-техническим журналам и обзорам ВИНТИ – <http://www.viniti.ru>

6. ЭБС ibooks.ru - <http://ibooks.ru/>

7. ЭБС znanium.com издательства "ИНФРА-М" - <http://www.znaniy.com>

8. ЭБС НИТУ "МИСиС" - <http://lib.misis.ru/registr.html>

6. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет»

1. MS Windows, MS Office 2007 (MS Office Word, MS Office Excel, MS Office Power Point)

2. Тематические презентации по курсу с использованием компьютерных технологий.

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1) Операционная система WindowsXP ProfessionalRussianAcademicOPEN, лицензия № 44335756 от 29.07. 08;

2) Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.09;

3) Программный пакет MathWorks MATLAB 2009 /2010 (сетевая версия) License Number 619865 от 11.12.2009 (договор 32/356 от 10 декабря 2009 г.)

4) Математический пакет PTC MathCAD V14-V15 University Department Perpetual Floating, Service Contract 9A1518564 от 04.12.2009;

5) MathWorks MATLAB 2009 /2010 (сетевая версия) License Number 619865 от 11.12.2009 (договор 32/356 от 10 декабря 2009г.)

6) Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite (комплексная защита), Dr.Web Server Security Suite (антивирус) (договор №7236 от 03.11.2017г.)

8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

Учебный корпус по адресу 183010, Мурманская область, г. Мурманск, просп. Кирова, д. 2,

- Аудитория 501 В - Лаборатория радиопередающих устройств
- Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации.

Аудитория содержит оборудование:

- Посадочных мест – 24
- Доска аудиторная – 1
- Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории (Проектор Epson)
- Учебный макет радиопередатчика «Муссон-2» - 1 шт
- Учебный макет радиопередатчика «Барк-2» - 1 шт
- Учебный стенд по изучению конструкции ламповых радиопередатчиков -1 шт
- Учебный макет консоли ГМССБ Sailor-2000 - 1 шт.
- Учебный корпус по адресу 183010, Мурманская область, г. Мурманск, просп. Кирова, д. 2,

Аудитория 505 В - Лаборатория электроники.

Специальное помещение для проведения лабораторных работ, практических занятий и курсового проектирования.

- Посадочных мест - 12
- Доска аудиторная малая - 1
- ПК для проведения виртуальных лабораторных и практических работ - 2 шт
- Приемник SDR NI USRP - 2 шт
- Комплекс NI Elvis II - 2 шт
- Плата расширения LabView: практикум по цифровым элементам информационно-измерительной техники - 2 шт.,
- Плата расширения EmonaDateX - 1 шт,
- Наглядные пособия по устройствам СВЧ - 3 шт.
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МГТУ;
- Учебный корпус по адресу 183010, Мурманская область, г. Мурманск, ул. Советская, д.10,

10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Вид учебной деятельности	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения			
	Очная			Всего часов
	Семестр			
	4			
Аудиторные часы				
Лекции	18			18
Практические работы	-			-
Лабораторные работы	18			18
Часы на самостоятельную и контактную работу				
Выполнение, консультирование, защита курсовой работы (проекта) ²				

Прочая самостоятельная и контактная работа	36			36
Подготовка к промежуточной аттестации ³				
Всего часов по дисциплине	72			72
Формы промежуточной аттестации и текущего контроля				
Экзамен				
Зачет/зачет с оценкой	+			+
Курсовая работа (проект)				
Количество расчетно-графических работ	1			1
Количество контрольных работ				
Количество рефератов				
Количество эссе				

Перечень лабораторных работ

№ п\п	Темы лабораторных работ
1	2
1.	Исследование вольт-амперной характеристики полупроводниковых диодов
2.	Исследование вольт-амперной характеристики транзисторов различных видов
3.	Исследование разброса параметров серии биполярных транзисторов
4.	Исследование характеристик сверхъяркого светодиода

Перечень тем расчетно-графических работ

№ п\п	Темы работ
1	2
1.	РГР № 1 Решение задач по физике твердого тела.

² Контактная работа при выполнении курсовой работы (проекта)- 2 а.ч. (3 а.ч.) соответственно. Конкретный объем часов на выполнение курсовой работы (проекта) определяет разработчик

³ Для экзамена очной и очно-заочной формы обучения – 36 часов, для экзамена заочной формы обучения – 9 часов, для зачета заочной формы обучения – 4 часа.