

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель Ученого совета факульте-
та радиотехники и электроники

проф. Небольсин В.А. _____
(подпись)
_____ 2016 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Физические основы микроэлектронных приборов и интегральных схем (наименование дисциплины по учебному плану ООП)

для направления подготовки (специальности): 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
(код, наименование)

Профиль подготовки (специализация): Микроэлектроника и твердотельная электроника
(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Форма обучения очная Срок обучения нормативный

Кафедра полупроводниковой электроники и наноэлектроники
(наименование кафедры-разработчика УМКД)

УМКД разработал: Свистова Т.В., к.т.н.
(Ф.И.О., ученая степень авторов разработки)

Рассмотрено и одобрено на заседании методической комиссии ФРТЭ
(наименование факультета)

Протокол № _____ от «_____» _____ 2016 г.

Председатель методической комиссии Москаленко А.Г.
(Ф.И.О)

Воронеж 2016 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
 ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»
 Председатель Ученого совета факульте-
 та радиотехники и электроники

проф. Небольсин В.А. _____
 _____ (подпись)
 _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Физические основы микроэлектронных приборов и интегральных схем (наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: полупроводниковой электроники и наноэлектроники

Направление подготовки (специальности): 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
 (код, наименование)

Профиль: Микроэлектроника и твердотельная электроника
 (название профиля по УП)

Часов по УП: 72; **Часов по РПД:** 72;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 72; **Часов по РПД:** 72;

Часов на самостоятельную работу по УП: 36 (50 %);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 36 (50 %);

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 2;

Виды контроля в семестрах (на курсах): экзамены - 0; зачеты - 0; зачет с оценкой – 6;
 курсовые проекты - 0; курсовые работы - 0.

Форма обучения: очная;

Срок обучения: нормативный.

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятий	№ семестров, число учебных недель в семестрах																	
	1 / 18		2 / 18		3 / 18		4 / 18		5 / 18		6 / 18		7 / 18		8 / 12		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции											18	18					18	18
Лабораторные											-	-					-	-
Практические											18	18					18	18
Ауд. занятия											36	36					36	36
Сам. работа											36	36					36	36
Итого											72	72					72	72

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника». Утвержден приказом Министерства образования Российской Федерации от 12 марта 2015 г. №218.

Программу составил: _____ к.т.н., Свистова Т.В.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рецензент (ы): _____ Коваленко П.Ю., к.т.н., зам. гл. инженера АО «ВЗПП-С»

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 11.03.04 “Электроника и наноэлектроника”, профиль “Микроэлектроника и твердотельная электроника”.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры полупроводниковой электроники и наноэлектроники

протокол № _____ от _____ 2016 г.

Зав. кафедрой ППЭНЭ _____ С.И. Рембеза

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Целями освоения дисциплины являются формирование знаний по особенностям разработки, теоретическим и практическим вопросам расчета и проектирования интегральных микросхем, схемотехнике различных видов микросхем, важнейшим аспектам разработки и автоматизации проектирования БИС, а также новым наиболее перспективным направлениям развития микроэлектроники.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	ознакомление с историей, достижениями и тенденциями развития микроэлектроники, многообразием различных классов интегральных микросхем (ИМС);
1.2.2	изучение физических принципов работы, характеристик и параметров ИМС, моделей процессов и явлений, лежащих в основе работы ИМС;
1.2.3	практическое освоение студентами задач моделирования и синтеза процессов, лежащих в основе работы ИМС;
1.2.4	приобретение навыков расчета основных параметров и характеристик ИМС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Цикл (раздел) ООП: Б1	код дисциплины в УП: Б1.В.ДВ.12.1
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами при изучении курсов	
Б1.Б.5	Математика
Б1.Б.6	Физика
Б1.Б.11	Теоретические основы электротехники
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
Б1.Б.17	Наноэлектроника
Б1.В.ОД.12	Функциональная электроника
Б1.В.ОД.18	Системы автоматизированного проектирования интегральных микросхем
Б1.В.ОД.19	Проектирование БИС

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-5	способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных
ОПК-7	способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности
ПКВ-3	способностью идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере физики, проектирования, технологии изготовления и применения микроэлектронных приборов и устройств
ПКВ-4	способностью разрабатывать модели исследуемых процессов, материалов, элементов, приборов, устройств твердотельной электроники и микроэлектронной техники

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	физические принципы работы, характеристики и параметры основных типов интегральных микросхем (ПКВ-3);
3.1.2	физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия микроэлектронных устройств (ПКВ-4);
3.1.3	конструкции, параметры, основные эксплуатационные характеристики и области применения микроэлектронных устройств (ПКВ-3);
3.2	Уметь:
3.2.1	применять полученные знания при теоретическом анализе, компьютерном моделировании и экспериментальном исследовании физических процессов, лежащих в основе принципов работы микроэлектронных устройств (ОПК-5, ОПК-7);
3.2.2	применять методы расчета параметров и характеристик, моделирования и проектирования устройств микроэлектроники (ОПК-5, ОПК-7);
3.2.3	самостоятельно решать задачи моделирования, анализа и синтеза процессов и явлений, лежащих в основе работы ИМС; проводить оценочные расчеты их основных параметров и характеристик (ПКВ-4);
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками использования стандартной терминологии, определений, обозначений и единиц физических величин в микроэлектронике (ПКВ-3);
3.3.2	навыками организации и проведения измерения электрических параметров и характеристик микросхем (ПКВ-3);
3.3.3	навыками расчета и проектирования основных классов приборов (ПКВ-3);
3.3.4	навыками выбора интегральных микросхем для применения в электронной аппаратуре (ПКВ-3).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	Основные принципы и понятия микроэлектроники.	6	1 - 2	2	2	-	4	8
2	Активные элементы интегральных микросхем.	6	3 - 8	4	8	-	8	20
3	Пассивные элементы интегральных микросхем.	6	9 - 11	2	4	-	4	10
4	Современные тенденции в развитии микроэлектроники.	6	12 - 13	4	-	-	8	12
5	Конструктивно-технологические особенности элементной базы для ИМС диапазона СВЧ.	6	14	2	-	-	4	6
6	Гетероструктуры в современной микроэлектронике.	6	15 - 18	4	4	-	8	16
Итого				18	18	-	36	72

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
Раздел 1. Основные принципы и понятия микроэлектроники.		2	
1	Классификация микросхем по функциональным и конструкторско-технологическим признакам. Элементы и компоненты микросхем.	2	
Раздел 2. Активные элементы интегральных микросхем.		4	
3	Структуры биполярных транзисторов полупроводниковых микросхем. Диодные структуры в микроэлектронике. Транзисторные структуры специального назначения: многоэмиттерные и многоколлекторные транзисторы, транзисторы с диодом Шотки.	2	
5	Конструктивные особенности МДП транзисторов интегральных микросхем. Структура и принцип действия транзисторных элементов памяти постоянных запоминающих устройств. Приборы с зарядовой связью.	2	
Раздел 3. Пассивные элементы интегральных микросхем.		2	
7	Полупроводниковые и пленочные резисторы. Конденсаторы и индуктивные элементы. Микрополосковые линии и элементы на их основе.	2	
Раздел 4. Современные тенденции в развитии микроэлектроники.		4	
9	Закон Мура. Понятие и законы масштабирования элементов микросхем. Физические ограничения в микроэлектронике. Перспективы дальнейшего уменьшения размеров элементов интегральных микросхем.	2	
11	Основные проблемы миниатюризации и особенности структуры современных субмикронных МДП транзисторов. Влияние межэлементных соединений на работу микросхем. Понятие задержки импульса.	2	
Раздел 5. Конструктивно-технологические особенности элементной базы для ИМС диапазона СВЧ		2	
13	Конструктивно-технологические особенности элементной базы для ИМС диапазона СВЧ. Транзисторы с управляющим переходом металл-полупроводник. Функциональные возможности МДП и МЭП транзисторов в интегральных микросхемах.	2	
Раздел 6. Гетероструктуры в современной микроэлектронике.		4	
15	Основные параметры и отличительные особенности гетеропереходов. Явления сверхинжекции и образования двумерного электронного газа в гетеропереходе.	2	
17	Гетеропереходные биполярные транзисторы и транзисторы с высокой подвижностью электронов: физические принципы работы и варианты конструкции. НЕМТ-структуры.	2	
Итого часов		18	

4.2 Практические занятия

Неделя семестра	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
Раздел 1. Основные принципы и понятия микроэлектроники.		2		
2	Маркировка интегральных микросхем	2		Опрос
Раздел 2. Активные элементы интегральных микросхем.		8		
4, 6	Конструирование и расчет параметров элементов ИМС на биполярных транзисторах	4		Опрос, решение задач
8, 10	Конструирование и расчет параметров элементов МДП-ИМС	4		Контр. работа
Раздел 3. Пассивные элементы интегральных микросхем.		4		
12	Конструирование и расчет резисторов ИМС	2		Опрос, решение задач
14	Конструирование и расчет конденсаторов ИМС	2		Опрос, решение задач
Раздел 6. Гетероструктуры в современной микроэлектронике.		4		
16, 18	Расчет параметров резкого анизотипного гетероперехода	4		Опрос, решение задач
Итого часов		18		

4.3 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
6 семестр		Зачет с оценкой	36
1	Подготовка к практическим занятиям	Опрос, решение задач	2
2	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	2
3	Подготовка к практическим занятиям	Опрос, решение задач	2
4	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	2
5	Подготовка к практическим занятиям	Опрос, решение задач, тест	2
6	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	2
7	Подготовка к практическим занятиям	Опрос, решение задач, тест	2
8	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	2
9	Подготовка к практическим занятиям	Опрос, решение задач	2
10	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	2
11	Подготовка к практическим занятиям	Опрос, решение задач, тест	2
12	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	2
13	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	2
14	Подготовка к практическим занятиям	Опрос, решение задач	2
15	Самостоятельное изучение материала Подготовка к практическим занятиям	проверка конспекта тест	2

16	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	2
17	Подготовка к практическим занятиям	тест	2
	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	
18	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	2
Всего			36

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:	
5.1	Лекции: информационные лекции;
5.2	Практические занятия: а) совместное обсуждение вопросов лекций, домашних заданий, решение творческих задач; б) выступления по темам рефератов; в) проведение контрольных работ;
5.3	самостоятельная работа студентов: – изучение теоретического материала, – подготовка к лекциям, лабораторным работам и практическим занятиям, – метод дневников, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, подготовка реферата, отчетов, – подготовка к текущему контролю успеваемости, к зачету;
5.5	консультации по всем вопросам учебной программы.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1	Контрольные вопросы и задания
6.1.1	Используемые формы текущего контроля: – контрольные работы; – тесты; – опрос.
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает примерные варианты контрольных работ, тестовые задания; вопросы к зачету.
6.2	Темы письменных работ
6 семестр	
6.2.1	Активные элементы интегральных микросхем.
6.2.2	Пассивные элементы интегральных микросхем.
6.2.3	Элементная база для ИМС диапазона СВЧ.
6.2.4	Гетероструктуры в современной микроэлектронике.
6.3	Другие виды контроля
6.3.1	Тесты по темам: Реферат по тематике, касающейся теоретических и практических вопросов расчета и проектирования интегральных микросхем, схемотехнике различных видов микросхем, важнейших аспектов разработки и автоматизации проектирования БИС, а также новых наиболее перспективных направлений развития микроэлектроники. Темы рефератов представлены учебно-методическом комплексе дисциплины.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
7.1.1. Основная литература				
7.1.1.1	Смирнов, Ю.А. Соколов С.В., Титов Е.В.	Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 496 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=12948	2013. Электрон. ресурс	1,0
7.1.1.2	Свистова, Т.В.	Микроэлектроника : Учеб. пособие - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2011. - 129 с.	2011, печат.	0,61
7.1.1.3	Ефимов И.Е., Козырь И.Я.	Основы микроэлектроники: [Электронный ресурс]: учебник. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2008. — 384 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=709	2014. Электрон. ресурс	1,0
7.1.1.4	Коледов Л.А.	Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 400 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=192	2014. Электрон. ресурс	1,0
7.1.2. Дополнительная литература				
7.1.2.1	Щука А.А.	Электроника: учеб. пособие / под ред. проф. А.С. Сигова. - СПб: БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.	2005. Печат	0,28
7.1.2.2	Коваленко, А.А. Петропавловский М. Д.	Основы микроэлектроники : учеб. пособие. - М. : Академия, 2006. - 240 с. -	2006, печат.	0,57
7.1.2.3	Прянишников В.А.	Электроника : Полный курс лекций - СПб. : Корона-Принт, 2004. - 416с.	2004, печат.	0,31
7.1.2.4	Степаненко И.П.	Основы микроэлектроники : учеб. пособие для вузов - М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2001. - 488с.	2001, печат.	0,09
7.1.3 Методические разработки				
7.1.3.1				
7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы				
7.1.4.1	Методические указания к выполнению лабораторных работ представлены на сайте: http://vorstu.ru/ , Системные программные средства: Microsoft Windows XP, Microsoft Vista Прикладные программные средства: Microsoft Office 2007 Pro, FireFox, LabVIEW, Elektronik Workbench.			

7.1.4.2	Мультимедийные лекционные демонстрации:
	Итоговые презентации по темам: Активные элементы интегральных микросхем. Пассивные элементы интегральных микросхем. Элементная база для ИМС диапазона СВЧ. Гетероструктуры в современной микроэлектронике.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	Специализированная лекционная аудитория , оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
8.2	Оборудование: стенды ЛЭСО-3 компьютеры.

**Карта обеспеченности рекомендуемой литературой по дисциплине
«Физические основы микроэлектронных приборов и интегральных схем»**

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Год издания. Вид издания.	Обеспеченность
1. Основная литература				
Л1.1	Смирнов, Ю.А. Соколов С.В., Титов Е.В.	Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2013. - 496 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=12948	2013. Электронный ресурс	1,0
Л1.2	Свистова, Т.В.	Микроэлектроника : Учеб. пособие - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2011. - 129 с.	2011, печат.	0,61
Л1.3	Ефимов И.Е., Козырь И.Я.	Основы микроэлектроники: [Электронный ресурс]: учебник. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2008. — 384 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=709	2014. Электронный ресурс	1,0
Л1.4	Коледов Л.А.	Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 400 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=192	2014. Электронный ресурс	1,0
Л1.5	Смирнов, Ю.А. Соколов С.В., Титов Е.В.	Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 496 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=12948	2013. Электронный ресурс	1,0
2. Дополнительная литература				
Л2.1	Щука А.А.	Электроника: учеб. пособие / под ред. проф. А.С. Сигова. - СПб: БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.	2005. Печат	0,28
Л2.2	Коваленко, А.А. Петропавловский. М. Д.	Основы микроэлектроники : учеб. пособие. - М. : Академия, 2006. - 240 с. -	2006, печат.	0,57
Л2.3	Прянишников, В.А.	Электроника : Полный курс лекций - СПб. : Корона-Принт, 2004. - 416с.	2004, печат.	0,31
Л2.4	Степаненко, И.П.	Основы микроэлектроники : учеб. пособие для вузов - М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2001. - 488с.	2001, печат.	0,09

Зав. кафедрой _____ С.И. Рембеза

Директор НТБ _____ Т.И. Буковшина

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель Ученого совета факультета радиотехники и электроники

_____ Небольсин В.А.
(подпись)

_____ 201__ г.

Лист регистрации изменений (дополнений) УМКД

Физические основы микроэлектронных приборов и интегральных схем

В УМКД вносятся следующие изменения (дополнения):

Изменения (дополнения) в УМКД обсуждены на заседании кафедры полупроводниковой электроники и нанoeлектроники

Протокол № _____ от «___» _____ 20__ г.

Зав. кафедрой ППЭНЭ

С.И. Рембеза

Изменения (дополнения) рассмотрены и одобрены методической комиссией ФРТЭ

Председатель методической комиссии ФРТЭ

А.Г. Москаленко

«Согласовано»

С.И. Рембеза

Лист регистрации изменений

Порядковый номер изменения	Раздел, пункт	Вид изменения (заменить, аннулировать, добавить)	Номер и дата приказа об изменении	Фамилия и инициалы, подпись лица, внесшего изменение	Дата внесения изменения