

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 факультета радиотехники и электроники

проф. Небольсин В.А. _____

(подпись)

_____ 2016 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Основы технологии электронной компонентной базы

(наименование дисциплины по учебному плану ООП)

для направления подготовки (специальности): **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**
(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 нанoeлектроники**
(наименование кафедры-разработчика УМКД)

УМКД разработал: **Меньшикова Т.Г., к.ф.-м.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 факультета радиотехники и электроники

проф. Небольсин В.А. _____

(подпись)

_____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы технологии электронной компонентной базы

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: полупроводниковой электроники и нанoeлектроники

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

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

Часов по УП: 108; **Часов по РПД:** 108;

Часов по УП (без учета часов на экзамены):108; **Часов по РПД:** 108;

Часов на самостоятельную работу по УП: 18 (17 %);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 18 (17 %)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 3;

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											36	36					36	36
Практические											36	36					36	36
Ауд. занятия											90	90					90	90
Сам. работа											18	18					18	18
Итого											108	108					108	108

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.ф.-м.н. Меньшикова Т.Г.
(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	Цель изучения дисциплины: получение углубленного профессионального образования по технологии электронной компонентной базы, позволяющего выпускнику обладать предметно-специализированными компетенциями, способствующими востребованности на рынке труда, обеспечивающего возможность быстрого и самостоятельного приобретения новых знаний, необходимых для адаптации и успешной профессиональной деятельности в области микро- и нанoeлектроники.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	освоение студентами комплекса теоретических и практических знаний, позволяющих им свободно ориентироваться в современном производстве полупроводниковых приборов и интегральных схем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Цикл (раздел) ООП: Б1	код дисциплины в УП: Б1.Б.19
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами при изучении курсов:	
Б1.Б.12	Метрология, стандартизация и технические измерения
Б1.Б.14	Материалы электронной техники
Б1.Б.15	Физика конденсированного состояния
Б1.В.ОД.8	Физическая химия материалов и процессов электронной техники
Б1.В.ОД.13	Технология материалов электронной техники
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
Б1.В.ОД.7	Математическое моделирование технологических процессов и интегральных схем
Б1.В.ОД.15	Перспективные технологические процессы и оборудование для производства полупроводниковых приборов
Б1.В.ОД.17	Технология изделий электроники и нанoeлектроники
Б1.В.ОД.20	Технология СБИС
Б1.В.ДВ.5.1	Физические основы надежности интегральных микросхем

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-7	способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности
ПК-1	способностью 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
ПК-2	способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	физико-технологические основы процессов производства изделий электронной компонентной базы, особенности проведения отдельных технологических операций (ПК-1);
3.2	Уметь:
3.2.1	рассчитывать физико-технологические условия для проведения отдельных технологических процессов для получения активных и пассивных элементов электронной компонентной базы с требуемыми конструктивными и электрофизическими параметрами (ПК-2);
3.3	Владеть:
3.3.1	методиками контроля и анализа процессов электронной компонентной базы (ОПК-7).

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	Современное состояние и тенденции развития производства полупроводниковых приборов и ИМС	6	1	2			4	6
2	Механическая и химико-механическая обработка полупроводников	6	2-3	2			6	10
3	Диэлектрические слои	6	4-5	2	8	8	6	22
4	Эпитаксиальные структуры	6	6-8	2	4	6	8	2
5	Литографические процессы	6	9-10	2	4	6	6	18
6	Легирование полупроводников	6	11-12	2	20	8	6	20
7	Металлизация	6	13-14	2				4
8	Технохимические процессы подготовки полупроводниковых подложек ИМС	6	15-16	2		8	8	20
9	Методы технологического контроля	6	17-18	2			6	10
Итого				18	36	36	18	108

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
1. Современное состояние и тенденции развития производства полупроводниковых приборов и ИМС		2	
1	Введение. Микро- и наноэлектроника Вводные понятия. Исторический экскурс. Полупроводниковые приборы. Гибридные интегральные схемы. Полупроводниковые интегральные схемы. Переход к низкоразмерным системам	2	
2. Механическая и химико-механическая обработка полупроводников		2	
3	Основные задачи и виды механической обработки полупроводников. Методы резания полупроводниковых слитков на пластины и кристаллы. Сравнительная характеристика различных методов резания. Шлифование пластин. Механизмы шлифования. Основные характеристики процесса шлифования. Механизмы полирования. Роль химических процессов в полировании полупроводников. Основные характеристики процесса полирования.	2	
3. Диэлектрические слои		2	
5	Требования к диэлектрическим слоям в технологии электроники. Пленки диоксида кремния. Кинетика термического окисления кремния. Зависимость толщины пленки диоксида кремния от времени процесса. Физические процессы, сопровождающие окисление. Технология термического окисления в сухом кислороде. Технология термического окисления в парах воды. Окисление во влажном кислороде. Дефекты, возникающие при термическом окислении кремния. Пиролитическое осаждение диоксида кремния. Анодное окисление кремния. Методы осаждения диоксида кремния. Параметры процесса осаждения и свойства окисных пленок.	2	
4. Эпитаксиальные структуры		2	
7	Место эпитаксиальных процессов в производстве полупроводниковых приборов и ИМС. Классификация эпитаксиальных процессов. Эпитаксия кремния из газовой фазы. Основы процессов массопереноса и химической кинетики. Легирование и автолегирование. Выбор оптимальной технологии. Оценка параметров и дефекты эпитаксиальных слоев, способы контроля и устранения. Эпитаксия из газовой фазы соединений типа A^3B^5 и твердых растворов на их основе. Хлоридно-гидридный, хлоридный и МОС (МОХОПФ) методы. Гетероэпитаксия. Технология получения полупроводниковых сверхрешеток. Жидкофазная эпитаксия. Перспективы развития процесса жидкостной эпитаксии. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Применяемые системы и характеристики слоев. Тенденции развития эпитаксиальной технологии	2	

5. Литографические процессы		2	
9	Литография. Резисты. Разрешающая способность. Фотолитография. Фоторезисты и их основные характеристики. Основные операции фотолитографического процесса. Подготовка поверхности. Нанесение резиста. Термообработка. Совмещение и экспонирование. Виды фотошаблонов. Проявление фоторезиста. Термообработка. Удаление маски. Перспективные методы литографии. Глубокий УФ. Вакуумный УФ. Электронная литография. Длина волны, системы сканирования. Рентгеновская литография. Рентгеношаблоны. Ионно-лучевая литография. Синхротронное излучение. Сравнение разрешающей способности при различных литографических процессах. Предельные возможности формирования низкоразмерных элементов при помощи литографии.	2	
6. Легирование полупроводников		4	
11	Место диффузионных процессов в полупроводниковой технологии. Кинетика процесса диффузии. Механизмы диффузии. Математические основы процесса диффузии. Механические напряжения и дефекты размерного несоответствия. Технология процесса диффузии. Технологические разновидности диффузионного легирования. Особенности применения диффузии в биполярной и МДП-технологии. Дефекты диффузионных слоев, способы их обнаружения и устранения. Принцип легирования методом внедрения ионов в твердое тело. Возможности и перспективы применения ионного легирования в производстве ИМС. Основные принципы и характеристики процесса ионного легирования. Распределение пробегов ионов в аморфной и монокристаллической мишени. Радиационные дефекты. Механизмы аморфизации поверхности. Отжиг радиационных дефектов. Термический и лазерный отжиг. Методы активации примесей. Технология ионного легирования. Локализация ионного легирования. Особенности применения ионного легирования в планарной биполярной и МДП-технологии. Комбинированные способы легирования с применением ионного облучения. Способы контроля имплантированных слоев.	2	
7. Металлизация		2	
13	Понятие омического контакта. Основные характеристики омических контактов и их влияние на параметры полупроводниковых приборов и ИМС. Методы получения омических контактов. Вакуумные методы. Химическое и электрохимическое осаждение. Термокомпрессия. Методика получения омических контактов в планарной технологии. Многослойные контактные системы. Применение силицидов переходных металлов в контактах ИМС. Плоские и объемные выводы и методы их формирования. Методы контроля качества омических контактов, пути повышения надежности контактных систем.	2	

8. Технохимические процессы подготовки полупроводниковых подложек ИМС		2	
15	Кинетика и термодинамика химического травления. Механизмы химического травления. Электрохимическая и химическая теории саморастворения полупроводников. Основные травители для кремния и полупроводниковых соединений. Газовое высокотемпературное травление. Электрохимические процессы в производстве полупроводниковых приборов. Ионно-плазменная обработка. Механизмы ионной, ионно-химической и плазмохимической обработки. Оборудование для обработки в плазме. Перспективы систем с магнетронным распылением. Системы с автономными источниками ионов. Системы с процессорным управлением. Методы очистки поверхности. Контроль качества поверхности.	2	
9. Методы технологического контроля		2	
17	Сведения по теории надежности изделий электронной техники. Классификация причин отказов полупроводниковых приборов и ИМС. Анализ причин отказов. Выход годных ИС. Перспективные технологические методы в производстве ИС. Тенденции развития технологических процессов микро- и нанoeлектроники.	2	
Итого часов		18	

4.2 Практические занятия

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
3. Диэлектрические слои		8		Отчет
4	Расчет толщины пленки SiO ₂ , полученной способом термического окисления в потоке водяного пара, сухом кислороде, во влажном кислороде в зависимости от времени окисления.	4		
5	Расчет параметров пленки окисла кремния и времени окисления, необходимых для полной маскировки Si при диффузии фосфора и бора	4		
4. Эпитаксиальные структуры		4		Отчет
6	Расчет параметров роста эпитаксиальной пленки	4		
5. Литографические процессы		4		Отчет
9	Расчет и формирование комплекта фотомасок для структуры n-p-n транзистора.	4		
6. Легирование полупроводников		20		Отчет
11	Оценка распределение примесей при диффузии из источника с постоянной концентрацией (стадия загонки). Оценка распределения примесей при диффузии из ограниченного источника (стадия разгонки).	8		

12	Расчет параметров планарной структуры, полученной при диффузии бора и фосфора при заданных температуре (T1 и T2) и времени (t1 и t2) соответственно.	8		
13	Расчет параметров диффузионного процесса (времени, температуры I и II стадии диффузии) для получения структуры с заданными параметрами	4		
Итого часов		18		

4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
		36		
4. Диэлектрические слои		8		
4	Модель Дила-Гроува. Термическое окисление пластин кремния в сухом кислороде.	4		отчет
5	Термическое окисление кремния во влажном кислороде	4		отчет
5. Эпитаксиальные структуры		6		
6	Наращивание эпитаксиальных слоев твердых растворов соединений A ³ B ⁵ методом изотермического смешивания растворов – расплавов на установке «Изоприн»	6		отчет
6. Литографические процессы		6		
9	Проекционная оптическая фотолитография на автомате микролитографии «Лада – 150А»	6		отчет
7. Легирование полупроводников		8		
11	Технология формирования транзисторной n ⁺ -p-п структуры методом диффузии	4		Отчет.
12	Технология формирования n ⁺ -p-п структуры ионным легированием на установке ионного легирования типа «Везувий - 2»	4		Отчет.
8. Технохимические процессы подготовки полупроводниковых подложек ИМС		8		
15	Анизотропное травление кремния. Получение V-образных канавок в кремниевых пластинах.	4		Отчет.
16	Плазмохимическое травление фоторезиста на установке «Плазма - 600»	4		Отчет.
Итого часов		36		

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
2	Работа с конспектом лекций, с учебником		1
3	Работа с конспектом лекций, с учебником		1
4	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	0,5

5	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	0,5
	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
6	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	0,5
7	Подготовка к защите лаб. работ	отчет, защита	0,5
	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
8	Подготовка к защите лаб. работ	отчет, защита	1
9	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	0,5
	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа	0,5
10	Работа с конспектом лекций, с учебником		1
11	Подготовка к защите лаб. работ	Отчет, защита	0,5
	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	0,5
12	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	0,5
13	Работа с конспектом лекций, с учебником		1
14	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа	0,5
15	Подготовка к защите лаб. работ	Отчет, защита	0,5
	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	1
16	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	0,5
17	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
	Подготовка к защите лаб. работ	отчет, защита	0,5
18	Работа с конспектом лекций, с учебником		1
Итого			18

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Лекции: информационные лекции, лекции – визуализации, проблемные лекции
5.2	Лабораторные работы: – выполнение лабораторных работ; – защита выполненных работ;
5.3	Практические занятия: – выполнение практических заданий; – выполнение контрольных работ;
5.4	самостоятельная работа студентов: – изучение теоретического материала, – подготовка к практическим занятиям, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, подготовка 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: отчет и защита выполненных лабораторных работ;
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает примерные вопросы к зачету. Фонд оценочных средств представлен в учебно – методическом комплексе дисциплины.
6.2	Темы письменных работ
6.2.1	Контрольная работа по теме «Термическое окисление. Расчет параметров диэлектрических пленок»
6.2.2	Контрольная работа по теме «Диффузионное легирование. Расчет режимов термической диффузии»

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
7.1.1 Основная литература				
1	Щука А.А.	Электроника : учеб. пособие / под ред. А.С.Сигова. - СПб. : БХВ-Петербург.	2005, Печатный	0,5
2	Пасынков В.В.	Материалы электронной техники : Учебник / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин. - 6-е изд., стереотип. - СПб. : Лань .	2004 Магнитный носитель	0,5
3	Пасынков В.В.	Полупроводниковые приборы : Учебник / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - 7-е изд., испр. - СПб. : Лань.	2009 Магнитный носитель	1,0
4	Лозовский В.Н. Константинова Г.С. Лозовский С.В.	Нанотехнология в электронике. Введение в специальность. Учебное пособие- СПб. : Лань.	2008 Магнитный носитель	1,0
7.1.2. Дополнительная литература				
1	Пантелеев В.И.	Физика и технология полупроводниковых гетеропереходных структур : учеб. пособие / В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков. - Воронеж : Изд-во ВГТУ.	2000 Печатный	0,25
2	Под ред. К.А. Джексона В. Шретера.	Энциклопедия технологии полупроводниковых материалов : Пер. с англ. Э.П. Домашевский. Т.1 : Электронная структура и свойства полупроводников / - Воронеж : Изд-во "Водолей".	2004 Печатный	0,25
3	Пантелеев В.И.	Полупроводниковые приборы на основе соединений А3 В5: Учеб. пособие - Воронеж : ВГТУ.	2002 Печатный	0,25
7.1.3. Методические разработки				
1	В. И. Пантелеев,	Методические указания к выполнению	2010	1,0

	Е. В. Бордаков	лабораторных работ № 1-2 по дисциплине "Процессы микро- и нанотехнологии" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и направления 140400 "Техническая физика" очной формы обучения / Каф. полупроводниковой электроники и нанoeлектроники; Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет" 58-2010	Печатный	
2	В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 3-4 по дисциплине "Процессы микро- и нанотехнологии" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и направления 140400 "Техническая физика" очной формы обучения / Каф. полупроводниковой электроники и нанoeлектроники; - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет 59-2010	2010 Печатный	1,0
3	В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 5-6 по дисциплине "Процессы микро- и нанотехнологии" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и направления 140400 "Техническая физика" очной формы обучения / Каф. полупроводниковой электроники и нанoeлектроники; - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет 60-2010	2010 Печатный	1,0
4	В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 7-9 по дисциплине "Процессы микро- и нанотехнологии" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и направления 140400 "Техническая физика" очной формы обучения / Каф. полупроводниковой электроники и нанoeлектроники; - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет 61-2010	2010 Печатный	1,0
5	В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 10-12 по дисциплине "Процессы микро- и нанотехнологии" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и направления 140400 "Техническая физика" очной формы обучения / Каф. полупроводниковой электроники и нанoeлектроники; - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет 62-2010	2010 Печатный	1,0
7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы				
1	http://perst.issp.ras.ru — информационный бюллетень «Перспективные технологии» http://www.nanodigest.ru — интернет-журнал о нанотехнологиях			

<p>http://www.nano-info.ru — сайт о современных достижениях в области микро- и нанотехнологий</p> <p>http://www.kit.ru — журнал «Компоненты и технологии».</p> <p>http://www.strf.ru — журнал «Электроника: наука, технология, бизнес».</p>
--

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	Специализированная лекционная аудитория , оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
8.2	Производственные мощности Воронежского завода полупроводниковых приборов – Микрон (ВЗПП-М);
8.3	Натурные лекционные демонстрации: демонстрации изделий электроники и микроэлектроники: дискретных приборов, интегральных микросхем; образцов полупроводниковых материалов, подложек микросхем, фотошаблонов и др.
8.4	Плакаты и наглядные пособия из фонда кафедры ППЭНЭ

**Карта обеспеченности рекомендуемой литературой
по дисциплине «Основы технологии электронной компонентной базы»**

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
1 Основная литература				
1	Щука А.А.	Электроника : учеб. пособие / под ред. А.С.Сигова. - СПб. : БХВ-Петербург.	2005, Печатный	0,5
2	Пасынков В.В.	Материалы электронной техники : Учебник / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин. - 6-е изд., стереотип. - СПб. : Лань .	2004 Магнитный носитель	0,5
3	Пасынков В.В.	Полупроводниковые приборы : Учебник / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - 7-е изд., испр. - СПб. : Лань.	2009 Магнитный носитель	1,0
4	Лозовский В.Н. Константинова Г.С. Лозовский С.В.	Нанотехнология в электронике. Введение в специальность. Учебное пособие- СПб. : Лань.	2008 Магнитный носитель	1,0
2. Дополнительная литература				
1	Пантелеев В.И.	Физика и технология полупроводниковых гетеропереходных структур : учеб. пособие / В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков. - Воронеж : Изд-во ВГТУ.	2000 Печатный	0,25
2	Под ред. К.А. Джексона, В. Шретера.	Энциклопедия технологии полупроводниковых материалов : Пер. с англ.Э.П.Домашевский. Т.1 : Электронная структура и свойства полупроводников / - Воронеж : Изд-во "Водолей".	2004 Печатный	0,25
3	Пантелеев В.И.	Полупроводниковые приборы на основе соединений А3 В5: Учеб. пособие - Воронеж : ВГТУ.	2002 Печатный	0,25
3. Методические разработки				
1	В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 1-2 по дисциплине "Процессы микро- и нанотехнологии" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и направления 140400 "Техническая физика" очной формы обучения / Каф. полупроводниковой электроники и нанoeлектроники; Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет" 58-2010	2010 Печатный	1,0
2	В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 3-4 по дисциплине "Процессы микро- и нанотехнологии" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и направления 140400 "Техническая	2010 Печатный	1,0

		физика" очной формы обучения / Каф. полупроводниковой электроники и наноэлектроники; - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет 59-2010		
3	В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 5-6 по дисциплине "Процессы микро- и нанотехнологии" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и направления 140400 "Техническая физика" очной формы обучения / Каф. полупроводниковой электроники и наноэлектроники; - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет 60-2010	2010 Печатный	1,0
4	В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 7-9 по дисциплине "Процессы микро- и нанотехнологии" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и направления 140400 "Техническая физика" очной формы обучения / Каф. полупроводниковой электроники и наноэлектроники; - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет 61-2010	2010 Печатный	1,0
5	В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 10-12 по дисциплине "Процессы микро- и нанотехнологии" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и направления 140400 "Техническая физика" очной формы обучения / Каф. полупроводниковой электроники и наноэлектроники; - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет 62-2010	2010 Печатный	1,0

Зав. кафедрой _____ С.И. Рембеза

Директор НТБ _____ Т.И. Буковшина

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель Ученого совета фа-
культета радиотехники и электро-
ники

_____ Небольсин В.А.
(подпись)

_____ 201__ г.

Лист регистрации изменений (дополнений) УМКД

Основы технологии электронной компонентной базы

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