

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель Ученого совета фа-  
культета заочного обучения

проф. Подоприхин М.Н. \_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_ 2015 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 наноэлектроника**  
(код, наименование)

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

Форма обучения **заочная** Срок обучения **ускоренный**

Кафедра **полупроводниковой электроники и наноэлектроники**  
(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 **ФЗО**  
(наименование факультета)

Протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

Председатель методической комиссии \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О)

Воронеж 2015 г.

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель Ученого совета факультета заочного обучения

проф. Подоприхин М.Н. \_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_ 2015 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:** 144; **Часов по РПД:** 144;

**Часов по УП (без учета часов на экзамены):**140; **Часов по РПД:** 140;

**Часов на самостоятельную работу по УП:** 122 (85%)

**Часов на самостоятельную работу по РПД:** 122 (85%)

**Общая трудоемкость в ЗЕТ:** 4;

**Виды контроля в семестрах (на курсах):** Экзамены –0; Зачеты - 0; Зачет с оценкой -3;

Курсовые проекты - 0; Курсовые работы - 0.

**Форма обучения:** заочная;

**Срок обучения:** ускоренный.

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятия	№ 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											6	6					6	6
Лабораторные											8	8					8	8
Практические											4	4					4	4
Ауд. занятия											18	18					18	18
Сам. работа											122	122					122	122
<b>Итого</b>											140	140					140	140

**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):** \_\_\_\_\_

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 \_\_\_\_\_ 2015 г.

Зав. кафедрой ППЭНЭ \_\_\_\_\_ С.И. Рембеза

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	<b>Цель изучения дисциплины:</b> 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 наноэлектроники.
1.2	<b>Для достижения цели ставятся задачи:</b>
1.2.1	освоение студентами комплекса теоретических и практических знаний, позволяющих им свободно ориентироваться в современном производстве полупроводниковых приборов и интегральных схем.
1.2.2	изучение основ физических явлений и процессов, лежащих в основе технологии приборов твердотельной электроники и интегральных схем.
1.2.3	формирование навыков моделирования процессов создания полупроводниковых приборов.
1.2.4	получение углубленного профессионального образования по технологии электронной компонентной базы, обеспечивающего возможность быстрого и самостоятельного приобретения новых знаний, необходимых для адаптации и успешной профессиональной деятельности в области микро- и наноэлектроники.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Цикл (раздел) ООП: Б1	код дисциплины в УП: Б1.Б.19
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
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.12	Технология материалов электронной техники
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее</b>	
Б1.В.ОД.7	Математическое моделирование технологических процессов и интегральных схем
Б1.В.ОД.14	Перспективные технологические процессы и оборудование для производства полупроводниковых приборов
Б1.В.ОД.16	Технология изделий электроники и наноэлектроники
Б1.В.ОД.19	Технология СБИС
Б1.В.ДВ.5.1	Физические основы надежности интегральных микросхем

### 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
ПК-5	готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	физико-технологические основы процессов производства изделий электронной компонентной базы, особенности проведения отдельных технологических операций (ОПК-5)
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
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 электро-физическими параметрами (ОПК-5, ПК-5)
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	методиками контроля и анализа процессов электронной компонентной базы (ПК-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	Механическая и химико-механическая обработка полупроводников. Технохимические процессы подготовки полупроводниковых подложек ИМС.	6	13-14	1			20	21
2	Диэлектрические слои	6	13-14	1	1	2	20	24
3	Эпитаксиальные структуры	6	13-14	1	1	2	20	24
4	Литографические процессы	6	13-14	1	1	2	20	24
5	Легирование полупроводников	6	13-14	1	1	2	20	24
6	Металлизация.	6	13-14	1			22	23
Итого				6	4	8	122	140

##### 4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
<b>1. Механическая и химико-механическая обработка полупроводников. Технохимические процессы подготовки полупроводниковых подложек ИМС</b>		<b>1</b>	<b>-</b>
13-14	Основные задачи и виды механической обработки полупроводников. Методы резания полупроводниковых слитков на пластины и кристаллы. Шлифование пластин. Механизмы шлифования. Основные характеристики процесса шлифования. Механизмы полирования. Кинетика и термодинамика химического травления. Механизмы химического травления.	1	
<b>2. Диэлектрические слои</b>		<b>1</b>	<b>-</b>
13-14	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.	1	
<b>3. Эпитаксиальные структуры</b>		<b>1</b>	<b>-</b>
13-14	Место эпитаксиальных процессов в производстве полупроводниковых приборов и ИМС. Классификация эпитаксиальных процессов. Эпитаксия кремния из газовой фазы. Жидкофазная эпитаксия. Перспективы развития процесса жидкостной эпитаксии. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Применяемые системы и характеристики слоев.	1	

<b>4. Литографические процессы</b>		<b>1</b>	
13-14	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.	1	
<b>5. Легирование полупроводников</b>		<b>1</b>	
13-14	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. Принцип легирования методом внедрения ионов в твердое тело. Возможности и перспективы применения ионного легирования в производстве ИМС. Основные принципы и характеристики процесса ионного легирования..	1	
<b>6. Металлизация</b>		<b>1</b>	
13-14	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. Многослойные контактные системы. Применение силицидов переходных металлов в контактах ИМС.	1	
<b>Итого часов</b>		<b>6</b>	

#### 4.2 Практические занятия

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
<b>2. Диэлектрические слои</b>		<b>1</b>		Отчет
13-14	Расчет толщины пленки SiO <sub>2</sub> , полученной способом термического окисления в потоке водяного пара, сухом кислороде, во влажном кислороде в зависимости от времени окисления.	1		
<b>3. Эпитаксиальные структуры</b>		<b>1</b>		Отчет
13-14	Расчет параметров роста эпитаксиальной пленки	1		
<b>4. Литографические процессы</b>		<b>1</b>		Отчет
13-14	Расчет и формирование комплекта фотошаблонов для структуры n-p-n транзистора.	1		
<b>5. Легирование полупроводников</b>		<b>1</b>		Отчет

13-14	Оценка распределение примесей при диффузии из источника с постоянной концентрацией (стадия загонки). Оценка распределения примесей при диффузии из ограниченного источника (стадия разгонки).	1		
<b>Итого часов</b>		<b>4</b>		

### 4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
		<b>8</b>		
<b>2. Диэлектрические слои</b>		<b>2</b>		
13-14	Модель Дила-Гроува. Термическое окисление пластин кремния в сухом кислороде.	2		отчет
<b>3. Эпитаксиальные структуры</b>		<b>2</b>		
13-14	Наращивание эпитаксиальных слоев твердых растворов соединений $A^3B^5$ методом изотермического смешивания растворов –	2		отчет
<b>4. Литографические процессы</b>		<b>2</b>		
13-14	Проекционная оптическая фотолитография	2		отчет
<b>5. Легирование полупроводников</b>		<b>2</b>		
13-14	Технология формирования транзисторной $n^+p-n$ структуры методом диффузии	2		Отчет.
<b>Итого часов</b>		<b>8</b>		

### 4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
13-14	Работа с конспектом лекций, с учебником		20
13-14	Подготовка к выполнению лаб. работы, работа с конспектом лекций, с учебником	Отчет на консультацию	20
13-14	Работа с конспектом лекций, с учебником		20
13-14	Подготовка к выполнению лаб. работы, работа с конспектом лекций, с учебником	Отчет на консультацию	20
13-14	Подготовка к выполнению лаб. работы, работа с конспектом лекций, с учебником	Отчет на консультацию	20
13-14	Подготовка к выполнению лаб. работы, работа с конспектом лекций, с учебником, подготовка к зачету	Отчет на консультацию	22
<b>Итого</b>			<b>122</b>



## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	<b>В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:</b>
5.1	<b>Лекции:</b> информационные лекции
5.2	<b>Лабораторные работы:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– выполнение лабораторных работ;</li><li>– защита выполненных работ;</li></ul>
5.3	<b>Практические занятия:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– выполнение практических заданий;</li><li>– выполнение контрольных работ;</li></ul>
5.4	<b>самостоятельная работа студентов:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– изучение теоретического материала,</li><li>– подготовка к практическим занятиям,</li><li>– работа с учебно-методической литературой,</li><li>– оформление конспектов лекций, подготовка отчетов,</li><li>– подготовка к текущему контролю успеваемости, к зачету</li></ul>
5.5	<b>консультации</b> 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

<b>6.1</b>	<b>Контрольные вопросы и задания</b>
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.
<b>6.2</b>	<b>Темы письменных работ</b>
6.2.1	Контрольная работа по теме «Термическое окисление. Расчет параметров диэлектрических пленок»

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>7.1 Рекомендуемая литература</b>				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
<b>7.1.1 Основная литература</b>				
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
<b>7.1.2. Дополнительная литература</b>				
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 АЗ В5: Учеб. пособие - Воронеж : ВГТУ.	2002 Печатный	0,25

<b>7.1.3. Методические разработки</b>				
1	В. И. Пантеле- ев, Е. В. Бор- даков. -.	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. Пантеле- ев, Е. В. Бор- даков.	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. Пантеле- ев, Е. В. Бор- даков.	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. по-	2010 Печатный	1,0

		полупроводниковой электроники и нанoeлектроники; - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет 60-2010		
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
<b>7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы</b>				
1	<a href="http://perst.issp.ras.ru">http://perst.issp.ras.ru</a> — информационный бюллетень «Перспективные технологии»			

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

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

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

9. ФОС (фонд оценочных средств) включает в себя вопросы к зачету.

1. Выбор материала подложек ИМС
2. Способы резки слитков на пластины
3. Механическая обработка подложек
4. Ионно-плазменная обработка подложек.
5. Плазмохимическая обработка подложек.
6. Термическое окисление кремния.
7. Химическое осаждение диэлектрических пленок
8. Получение тонких пленок термическим испарением в вакууме
9. Получение тонких пленок методом ионно-плазменного распыления
10. Рост эпитаксиальных пленок из газовой фазы.
11. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
12. Проекционная фотолитография.
13. Негативные, позитивные фоторезисты.
14. Понятие разрешающей способности процесса литографии.
15. Фотошаблоны и способы их получения.
16. Легирование полупроводников диффузией.
17. Распределение примеси при диффузии. Уравнения Фика
18. Стадия загонки. Стадия разгонки.
19. Контроль параметров диффузионных слоев
20. Основные принципы и характеристики процесса ионного легирования.
21. Металлизация полупроводниковых структур.
22. Методы технологического контроля параметров ИМС.

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

<b>№ п/п</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие</b>	<b>Годы издания. Вид издания</b>	<b>Обеспеченность</b>
<b>1 Основная литература</b>				
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
<b>2. Дополнительная литература</b>				
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 АЗ В5: Учеб. пособие - Воронеж : ВГТУ.	2002 Печатный	0,25
<b>3. Методические разработки</b>				
1	В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков. -.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 1-2 по дисциплине	2010 Печатный	1,0

		"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		
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. Пантеле-ев, Е. В. Бор-даков.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 7-9 по дисциплине "Процессы микро- и нано-технологии" 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. Пантеле-ев, Е. В. Бор-даков.	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 ППЭНЭ

Рембеза С.И.

Директор НТБ

Т.И. Буковшина