

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

Технология интегральных схем на соединениях АШВУ

(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

Технология интегральных схем на соединениях АШВУ

(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: 108; Часов по РПД: 108;

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

Часов на самостоятельную работу по УП: 36 (33 %);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 36 (33 %);

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 3;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены – 0; Зачеты - 0; Зачет с оценкой - 8;

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 | | | | | | | | | | | | | | | | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Ауд. занятия | | | | | | | | | | | | | | | | 72 | 72 | 72 | 72 |
| Сам. работа | | | | | | | | | | | | | | | | 36 | 36 | 36 | 36 |
| 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: Цель изучения дисциплины – обучение студентов физическим и технологическим основам устройства и изготовления интегральных схем на основе соединений $A^{III}B^V$. |
| 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. |
| 1.2.2 | изучение основ физических явлений и процессов, лежащих в основе технологии приборов твердотельной электроники и интегральных схем на основе соединений $A^{III}B^V$. |
| 1.2.3 | изучение технологического маршрута изготовления интегральных схем на основе соединений $A^{III}B^V$. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

| | |
|---|--|
| Цикл (раздел) ООП: Б1 | код дисциплины в УП: Б1.В.ДВ.8.2 |
| 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.12 | Технология материалов электронной техники. |
| 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее | |
| Б3 | Государственная итоговая аттестация. |

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|-------|--|
| ОПК-1 | способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики |
| ПК-1 | способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования |
| ПК-8 | способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники |
| ПК-20 | готовностью к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства микроэлектронных приборов и устройств твердотельной электроники |
| ПК-21 | способность идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере физики, проектирования, технологии изготовления и применения микроэлектронных приборов и устройств |

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

| | |
|------------|--|
| 3.1 | Знать: |
| 3.1.1 | физические и технологические основы материаловедения соединений АШВВ, а также гомо- и гетероэпитаксиальных структур на их основе (ОПК-1); |
| 3.1.2 | принцип действия, конструкции и технологию приборов на основе соединений АШВВ и гетероэпитаксиальных структур (ПК-1); |
| 3.1.3 | основные технологические особенности изготовления интегральных схем на АШВВ (ПК-1); |
| 3.2 | Уметь: |
| 3.2.1 | выбирать материалы и технологии изготовления интегральных устройств (ПК-8); |
| 3.2.2 | использовать физические законы для анализа производственных операций (ОПК-1); |
| 3.2.3 | ориентироваться в многообразии конструктивно-технологических типов и систем параметров изделий электронной техники на основе соединений АШВВ (ПК-8); |
| 3.3 | Владеть: |
| 3.3.1 | измерениями основных параметров изделий на основе соединений АШВВ (ПК-20); |
| 3.3.2 | практическими приемами при работе с материалами и изделиями на основе соединений АШВВ (ПК-20, ПК-21); |
| 3.3.3 | методиками контроля и оценки важнейших электрических характеристик изделий электронной техники на основе на основе соединений АШВВ (ПК-20, ПК-21). |

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 | Материалы соединений А ^{ШВВ} и их особенности. | 8 | 1-2 | 6 | | | 6 | 12 |
| 2 | Основные технологические методы работы с А ^{ШВВ} . | 8 | 3-6 | 12 | | 40 | 26 | 78 |
| 3 | Особенности металлизации к соединениям А ^{ШВВ} . | 8 | 7-8 | 6 | | 8 | 14 | 28 |
| 4 | Преимущества ИС на А ^{ШВВ} . | 8 | 9-12 | 12 | | | 14 | 26 |
| Итого | | | | 36 | | 48 | 60 | 144 |

4.1 Лекции

| Неделя семестра | Тема и содержание лекции | Объем часов | В том числе, в интерактивной форме (ИФ) |
|---|--|-------------|---|
| 1. Материалы соединений АШВВ и их особенности. | | 6 | - |
| 1-2 | Введение. Полупроводниковые соединения А ^{ШВВ} . Методы получения. | 2 | |

| | | | |
|--|--|-----------|----------|
| | Классификация бинарных полупроводниковых соединений область их применения. Гомо- и гетероструктуры. | 4 | |
| 2. Основные технологические методы работы с АПВV. | | 12 | 2 |
| 3-6 | Планарная технология. Методы получения слитков соединений Основные технологические методы работы с $A^{III}B^V$. Требования к исходным полупроводниковым материалам группы $A^{III}B^V$. | 2 | 2 |
| | Технология формирования транзисторных структур. Подготовка поверхности пластин. Химическое и ионно-химическое травление. | 4 | |
| | Методы получения гетероструктур. Газофазная эпитаксии. Жидкофазная эпитаксия. Молекулярно-лучевая эпитаксия. | 2 | |
| | Эпитаксия методом изотермического смешивания растворов-расплаво. Литографические процессы. | 4 | |
| 3. Особенности металлизации к соединениям АПВV. | | 6 | 2 |
| 7 | Контакты металл-полупроводник. Химические реакции между металлами и полупроводниками $A^{III}B^V$. Барьеры Шотки к GaAs. | 2 | 2 |
| 8 | Методы нанесения металлических контактов на соединения. $A^{III}B^V$. Электрические характеристики контактов. | 4 | |
| 4. Преимущества ИС на АПВV. | | 12 | 2 |
| 9 | СВЧ-монолитные интегральные схемы на основе арсенида галлия на гетероструктурах. Предел рабочей частоты. | 2 | |
| 10 | Материалы МИС СВЧ. Параметры работы. Активные элементы МИС и их надежность. Полевой транзистор с барьером Шотки. | 4 | |
| 11 | Цифровые ИС на биполярных транзисторах на GaAs. | 2 | 2 |
| 12 | Биполярные транзисторы с гетеропереходами на GaAs. Классификация. Основные характеристики. | 4 | |
| Итого часов | | 36 | 6 |

4.2 Практические работы

Не предусмотрены

4.3 Лабораторные работы

| Неделя семестра | Наименование лабораторной работы | Объем часов | В том числе в интерактивной форме (ИФ) | Виды контроля |
|--|--|-------------|--|---------------|
| | | 48 | | |
| 2. Основные технологические методы работы с АПВV. | | 40 | | |
| 1-2 | Выращивание эпитаксиальных слоев арсенида гал- | 8 | 4 | отчет |

| | | | | |
|---|---|-----------|-----------|--------|
| | лия методом газофазной эпитаксии из металлоорганических соединений | | | |
| 3-4 | Наращивание эпитаксиальных слоев способом контролируемого охлаждения раствора - расплава на установке «Изоприн» | 8 | 4 | отчет |
| 5-6 | Проекционная оптическая фотолитография на автомате микролитографии «Лада – 150А» | 8 | 4 | отчет |
| 7-8 | Измерение давления паровой фазы над соединениями A ^{III} B ^V динамическим методом | 8 | 4 | Отчет. |
| 9-10 | Формирования активных слоев в GaAs методом ионной имплантации на установке ионного легирования типа «Везувий - 2» | 8 | 4 | Отчет. |
| 3. Особенности металлизации к соединениям АПВВ | | 8 | | |
| 11-12 | Формирование системы контактной металлизации на установке «Caroline D12A1» | 8 | 4 | Отчет. |
| Итого часов | | 48 | 24 | |

4.3 Самостоятельная работа студента (СРС)

| Неделя семестра | Содержание СРС | Виды контроля | Объем часов |
|------------------|---|------------------------|-------------|
| 1 семестр | | Зачет с оценкой | 60 |
| 1 | Работа с конспектом лекций, с учебником | | 5 |
| 2 | Работа с конспектом лекций, с учебником | | 5 |
| 3 | Подготовка к выполнению лаб. работы | допуск к выполнению | 5 |
| | Работа с конспектом лекций, с учебником | | |
| 4 | Работа с конспектом лекций, с учебником | | 5 |
| | Подготовка к выполнению лаб. работы | допуск к выполнению | |
| | Подготовка к защите лаб. работ | отчет, защита | |
| 5 | Подготовка к выполнению лаб. работы | допуск к выполнению | 5 |
| | Работа с конспектом лекций, с учебником | | |
| | Подготовка к защите лаб. работ | отчет, защита | |
| 6 | Работа с конспектом лекций, с учебником | | 5 |
| | Подготовка к выполнению лаб. работы | допуск к выполнению | |
| | Подготовка к защите лаб. работ | отчет, защита | |
| | Подготовка к контрольной работе | Контрольная работа | |
| 7 | Подготовка к защите лаб. работ | отчет, защита | 5 |
| | Работа с конспектом лекций, с учебником | | |
| | Подготовка к выполнению лаб. работы | допуск к выполнению | |
| 8 | Работа с конспектом лекций, с учебником | | 5 |

| | Подготовка к контрольной работе | Контрольная работа | |
|----|---|---------------------|---|
| 9 | Подготовка к выполнению лаб. работы | допуск к выполнению | 5 |
| | Работа с конспектом лекций, с учебником | | |
| | Подготовка к защите лаб. работ | отчет, защита | |
| 10 | Работа с конспектом лекций, с учебником | | 5 |
| | Подготовка к защите лаб. работ | отчет, защита | |
| 11 | Работа с конспектом лекций, с учебником | | 5 |
| | Подготовка к защите лаб. работ | отчет, защита | |
| 12 | Работа с конспектом лекций, с учебником | | 5 |
| | Подготовка к защите лаб. работ | отчет, защита | |

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

| | |
|-----|--|
| | В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии: |
| 5.1 | Лекции: информационные лекции, лекции – визуализации (ИФ), проблемные лекции (ИФ) |
| 5.2 | Лабораторные работы: – выполнение лабораторных работ; – защита выполненных работ; |
| 5.3 | 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 |
| 5.4 | – 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 «Расчет режимов ионной имплантации» |
| 6.2.2 | Контрольная работа по теме «Расчет толщин эпитаксиальных слоев» |

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 | Пантелеев В.И. | Полупроводниковые приборы на основе соединений А3 В5: Учеб. пособие - Воронеж : ВГТУ. | 2002 Печатный | 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 | Пантелеев В.И. | Физика и технология полупроводниковых гетеропереходных структур : учеб. пособие / В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков. - Воронеж : Изд-во ВГТУ. | 2000 Печатный | |
| 5 | Лозовский В.Н. | Нанотехнологии в электронике- СПб. : Лань. | 2008 Магнитный носитель | |
| 7.1.2. Дополнительная литература | | | | |
| 1 | | | | |
| 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 | |
| 3 | Н. М. Тугов, Б. А. Глебов, Н. А. Чарыков | Полупроводниковые приборы : Учеб. пособие Под ред.В.А.Лабунцова. - М. : Энергоатомиздат. | 1990 Печатный | |
| | Б. Л. Антипов, В. С. Сорокин, В. А. Терехов | Материалы электронной техники : Задачи и вопросы : Учеб.пособие 3-е изд., стереотип. - СПб. : Лань. | 2003 Печатный | |

| 7.1.3. Методические разработки | | | | |
|---|---|--|------------------|--|
| 1 | В. И. Пантеле-ев, Е. В. Бор-даков. | Методические указания к выполнению лабораторных работ № 3-4 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 59-2010 | 2010 Печатный | |
| 2 | 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 | |
| 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 http://www.nano-info.ru — сайт о современных достижениях в области микро- и нанотехнологий http://www.kit.ru — журнал «Компоненты и технологии». http://www.strf.ru — журнал «Электроника: наука, технология, бизнес». | | | |

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 | Учебные лаборатории: 213/4, 214/4 ,212/4 |
| 8.4 | Натурные лекционные демонстрации: демонстрации изделий электроники и микроэлектроники: дискретных приборов, интегральных микросхем; образцов полупроводниковых материалов, подложек микросхем, фотошаблонов и др. |
| 8.5 | Плакаты и наглядные пособия из фонда кафедры ППЭНЭ |

**Карта обеспеченности рекомендуемой литературой
«Технология интегральных схем на соединениях АППВ»**

| № 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 | Пантелеев В.И. | Полупроводниковые приборы на основе соединений АЗ В5: Учеб. пособие - Воронеж : ВГТУ. | 2002 Печатный | 0,5 |
| 3 | Пасынков В.В. | Полупроводниковые приборы : Учебник / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - 7-е изд., испр. - СПб. : Лань. | 2009 Электрон. ресурс | 1,0 |
| 4 | Пантелеев В.И. | Физика и технология полупроводниковых гетеропереходных структур : учеб. пособие / В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков. - Воронеж : Изд-во ВГТУ. | 2000 Печатный | 0,5 |
| 5 | Лозовский В.Н. | Нанотехнологии в электронике- СПб. : Лань. | 2008 Магнитный носитель | 1,0 |
| 2. Дополнительная литература | | | | |
| 1 | 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 |
| 2 | Н. М. Тугов, Б. А. Глебов, Н. А. Чарыков | Полупроводниковые приборы : Учеб. пособие Под ред. В.А. Лабунцова. - М. : Энергоатомиздат. | 1990 Печатный | 1,0 |
| 3 | Б. Л. Антипов, В. С. Сорокин, В. А. Терехов | Материалы электронной техники : Задачи и вопросы : Учеб.пособие 3-е изд., стереотип. - СПб. : Лань. | 2003 Печатный | 0,25 |
| 3. Методические разработки | | | | |
| 1 | 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. полу- | 2010 Печатный | 1,0 |

| | | | | |
|---|-------------------------------------|---|------------------|-----|
| | | проводниковой электроники и наноэлектроники; - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет 59-2010 | | |
| 2 | 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 |

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

Технология интегральных схем на соединениях АШВУ

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 |
|----------------------------|---------------|--|-----------------------------------|--|-------------------------|
| | | | | | |