

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.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Технология интегральных схем на соединениях АПВ

(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 **заочная** Срок обучения **ускоренный**

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 **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

Технология интегральных схем на соединениях АШВ

(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): 144; Часов по РПД: 144;

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 -4;

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															12	12	12	12
Практические															-	-	-	-
Ауд. занятия															18	18	18	18
Сам. работа															122	122	122	122
Итого															140	140	140	140

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

Составитель программы _____ 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 нанoeлектроника”, профиль “Микроэлектроника и твердотельная электроника”.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры полупроводниковой электроники и нанoeлектроники

протокол № _____ от _____ 2015 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		
БЗ	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 нанoeлектроники 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	способностью 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 АПБВ, а также гомо- и гетероэпитаксиальных структур на их основе (ОПК-1);
3.1.2	принцип действия, конструкции и технологию приборов на основе соединений АПБВ и гетероэпитаксиальных структур (ПК-1);
3.1.3	основные технологические особенности изготовления интегральных схем на АПБВ (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 АПБВ (ПК-8);
3.3	Владеть:
3.3.1	измерениями основных параметров изделий на основе соединений АПБВ (ПК-20);
3.3.2	практическими приемами при работе с материалами и изделиями на основе соединений АПБВ (ПК-20, ПК-21);
3.3.3	методиками контроля и оценки важнейших электрических характеристик изделий электронной техники на основе соединений АПБВ (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 $A^{III}B^V$ и их особенности.	8	33-36	1			30	31
2	Основные технологические методы работы с $A^{III}B^V$.	8	33-36	2		12	32	46
3	Особенности металлизации к соединениям $A^{III}B^V$.	8	33-36	2			30	32
4	Преимущества ИС на $A^{III}B^V$.	8	33-36	1			30	31
Итого				6		12	122	140

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
1. Материалы соединений АПБВ и их особенности.		1	-
33-36	Введение. Полупроводниковые соединения $A^{III}B^V$. Методы получения. Классификация бинарных полупроводниковых соединений область их применения.	1	

	Гомо- и гетероструктуры.		
2. Основные технологические методы работы с АПБВ.		2	
33-36	Планарная технология. Методы получения слитков соединений Основные технологические методы работы с $A^{III}B^V$. Технология формирования транзисторных структур. Подготовка поверхности пластин.	1	
	Методы получения гетероструктур. Газофазная эпитаксии. Жидкофазная эпитаксия. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Литографические процессы.	1	
3. Особенности металлизации к соединениям АПБВ.		2	
33-36	Контакты металл-полупроводник. Химические реакции между металлами и полупроводниками $A^{III}B^V$. Барьеры Шоттки к GaAs.	1	
	Методы нанесения металлических контактов на соединения. $A^{III}B^V$. Электрические характеристики контактов.	1	
4. Преимущества ИС на АПБВ.		1	
33-36	Материалы МИС СВЧ. Параметры работы. Активные элементы МИС и их надежность. Полевой транзистор с барьером Шоттки. Цифровые ИС на биполярных транзисторах на GaAs.	1	
Итого часов		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
		12		
2. Основные технологические методы работы с АПБВ.		12		
33-36	Выращивание эпитаксиальных слоев арсенида галлия методом газофазной эпитаксии из металлоорганических соединений	4		отчет
33-36	Измерение давления паровой фазы над соединениями $A^{III}B^V$ динамическим методом	4		Отчет.
33-36	Формирования активных слоев в GaAs методом ионной имплантации .	4		Отчет.
Итого часов		12		

4.3 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
	Подготовка к выполнению лаб. работы		10
	Подготовка к выполнению лаб. работы		10
	Подготовка к выполнению лаб. работы, работа с конспектом лекций, с учебником		10
	Подготовка к выполнению лаб. работы, работа с конспектом лекций, с учебником	Отчет на консультацию	10
	Подготовка к выполнению лаб. работы, работа с конспектом лекций, с учебником		10
	Подготовка к выполнению лаб. работы, работа с конспектом лекций, с учебником		10
	Подготовка к выполнению лаб. работы, работа с конспектом лекций, с учебником		10
	Подготовка к выполнению лаб. работы, работа с конспектом лекций, с учебником	Отчет на консультацию	10
	Подготовка к выполнению лаб. работы, работа с конспектом лекций, с учебником		10
	Подготовка к выполнению лаб. работы, работа с конспектом лекций, с учебником		10
	Подготовка к выполнению лаб. работы, работа с конспектом лекций, с учебником		10
	Подготовка к выполнению лаб. работы, работа с конспектом лекций, с учебником, подготовка к зачету	Отчет на консультацию	12
Итого			122

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 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 АПВВ»**

№ п/п	Авторы, со- ставители	Заглавие	Годы изда- ния. Вид издания	Обеспечен- ность
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	0,25
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	0,25
5	Лозовский В.Н.	Нанотехнологии в электронике- СПб. : Лань.	2008 Магнитный носитель	
7.1.2. 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	
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	
7.1.3. Методические разработки				
1	В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 3-4 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 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 нанoeлектроники; - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет 61-2010	2010 Печатный	1,0

Зав. кафедрой ППЭНЭ

Рембеза С.И.

Директор НТБ

Т.И. Буковшина