

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

Перспективные технологические процессы для производства больших интегральных схем, микро- и наносистем

(наименование дисциплины по учебному плану ООП)

для направления подготовки (специальности): 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника
(код, наименование)

Магистерская программа: Приборы и устройства в микро- и нанoeлектронике
(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Форма обучения очная Срок обучения нормативный

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

УМКД разработал: Зенин В.В., д.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 _____
(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 (МОДУЛЯ)

Перспективные технологические процессы для производства больших интегральных схем, микро- и наносистем

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: полупроводниковой электроники и наноэлектроники

Направление подготовки (специальности): 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»
 (код, наименование)

Магистерская программа: Приборы и устройства в микро- и наноэлектронике
 (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: 90 (83 %);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 90 (83 %)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 3;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены - 0; Зачеты - 0; Зачеты с оценкой – 2;

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			-	-														-	-
Лабораторные			-	-														-	-
Практические			18	18														18	18
Ауд. занятия			-	-														-	-
Сам. работа			90	90														90	90
Итого			108	108														108	108

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» квалификация «Магистр». Утвержден приказом Министерства образования Российской Федерации от 30 октября 2014 г. № 1407.

Программу составил: _____ д.т.н., Зенин В.В.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рецензент: _____

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки специалистов по направлению 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника», магистерская программа «Приборы и устройства в микро- и нанoeлектронике»

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры полупроводниковой электроники и нанoeлектроники
протокол № _____ от _____ 2016 г.

Зав. кафедрой ППЭНЭ _____ С.И. Рембеза

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цель освоения дисциплины - освоение студентами комплекса практических и теоретических знаний, позволяющих им ориентироваться в перспективных технологических процессах для производства больших интегральных схем, микро- и наносистем.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	умение работать с информацией из различных источников (научно-технические журналы по микроэлектронике);
1.2.2	знание функциональной структуры разрабатываемых больших интегральных, микро- и наносистем;
1.2.3	анализ характеристик процесса производства БИС, микро- и наносистем;
1.2.4	анализ технологий создания (разработки), изготовления функциональных структур и устройств на атомном, молекулярном и нанометровом уровнях;
1.2.5	знание специальных методов сборки БИС, включая монтаж кристаллов и внутренних выводов;
1.2.6	знание существующих методов сборки БИС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Цикл (раздел) ООП: Б1	код дисциплины в УП: Б1.В.ДВ.4.1
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку	
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
Б3	Итоговая государственная аттестация

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-1	способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения
ПК-1	готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач
ПКВ-2	теоретическая и практическая готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства приборов и устройств микро- и нанoeлектроники

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	особенности перспективных технологических процессов для производства больших интегральных схем, микро- и наносистем (ОПК-1);
3.1.2	основные этапы технологии производства аналогичных изделий (ОПК-1);

3.1.3	перспективные направления исследований (ОПК-1);
3.1.4	основное оборудование и методы контроля технологических операций (ОПК-1);
3.1.5	физико-механические и технологические свойства материалов кристаллов и корпусов, а также металлизации на кристаллах и корпусах в БИС (ОПК-1);
3.1.6	специальные методы сборки БИС микро- и наносистем (ОПК-1);
3.1.7	методы контроля технологических процессов в производстве больших интегральных схем, микро- и наносистем (ОПК-1);
3.2	Уметь:
3.2.1	работать с информацией из различных источников (ПК-1);
3.2.2	работать на установках монтажа кристаллов в производстве БИС (ПК-1);
3.2.3	работать на установках внутренних выводов в производстве БИС (ПК-1);
3.2.4	оптимизировать технологические режимы сборки БИС, микро- и наносистем (ПК-1);
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками выбора оптимальных технологических процессов в производстве больших интегральных схем, микро- и наносистем (ПКВ-2);
3.3.2	методами обработки научно-технической информации и разработки новых способов и технологических процессов в производстве больших интегральных схем, микро- и наносистем (ПКВ-2);
3.3.3	расчетами остаточных напряжений в больших интегральных схемах, микро- и наносистемах (ПКВ-2).

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	Функциональные структуры БИС микро- и наносистем.	2	1-5	-	2	-	10	12
2	Анализ характеристик процессов производства БИС микро- и наносистем	2		-	2	-	10	12
3	Перспективные технологические процессы для производства БИС микро- и наносистем	2		-	2	-	10	12
4	Оборудование и методы контроля технологических операций	2	7-17	-	12	-	60	72
5	Остаточные напряжения в БИС, микро- и наносистемах и методы их снижения	2		-		-		
Итого					18		90	108

4.1 Лекции не предусмотрены

4.2 Практические занятия

Неделя семестра	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе в интерактивной форме
Конструктивно-технологические факторы, способствующие микроминиатюризации изделий микроэлектроники		4	
1	Технологические и экономические факторы, вызывающие рост степени интеграции и снижение размеров элементов в ИМС. Появление БИС, СБИС и ультрабольших (УБИС) интегральных микросхем. Закон Мура.	2	
3	Сборка интегральных микросхем. Операции, предшествующие сборке. Зондовый контроль. Скрайбирование. Технологический процесс резки кремниевых пластин на кристаллы. Контрольная работа	2	
Монтаж кристаллов в производстве БИС, микро- и наносистем		6	
5	Способы монтажа кристаллов ИМС на основание корпуса. Применяемые материалы. Методы и оборудование для контроля качества монтажа кристаллов. Особенности применения разрушающих методов контроля.	2	
7	Монтаж компонентов микро- и наносистем приклеиванием, пайкой металлическими припоями и микросваркой. Применяемые материалы и технологии монтажа. Контрольная работа	2	
9	Технологический процесс получения кристаллов ИМС с «шариковыми» выводами. Монтаж кристаллов с «шариковыми» выводами в корпус. Достоинства и недостатки метода.	2	
Перспективные способы монтажа внутренних соединений		6	
11	Технология формирования ленточных и объемных выводов для сборки БИС, микро- и наносистем.	2	
13	Монтаж кристаллов в корпус. Проволочные методы монтажа. Сравнительный анализ проволочных и беспроволочных методов монтажа. Контрольная работа.	2	
15	Технология сборки с использованием «паучковых» выводов. Технологические особенности сборочной операции, позволяющей исключить термомеханические напряжения в системе «паучковый вывод – шариковый контактный столбик – кристалл».	2	
Способы герметизации БИС, микро- и наносистем		2	
17	Способы герметизации интегральных микросхем для микро- и наносистем сваркой: холодной, электроконтактной, аргонно-дуговой, лазерной. Контроль герметичности интегральных микросхем. Конструктивно-технологические факторы, способствующие микроминиатюризации изделий микроэлектроники.	2	
Итого часов		18	

4.3 Лабораторные работы не предусмотрены

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1	Подготовка к контрольной работе		10
3	Контрольная работа	Защита контрольной работы	10
5	Подготовка к контрольной работе		10
7	Контрольная работа	Защита контрольной работы	10
9	Подготовка к контрольной работе		10
11	Подготовка к контрольной работе		10
13	Контрольная работа	Защита контрольной работы	10
15	Подготовка к зачету		10
17	Подготовка к зачету	Зачет	10
ИТОГО			90

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Практические занятия: работа в команде - совместное обсуждение теоретических вопросов, решение творческих задач (метод Делфи); контрольные работы
5.2	Самостоятельная работа студентов: <ul style="list-style-type: none">– изучение теоретического материала,– подготовка к практическим занятиям,– работа с учебно-методической литературой,– подготовка к текущему контролю успеваемости, к контрольным работам, тестированию и зачету
5.3	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: <ul style="list-style-type: none">– контрольные работы;
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает примерные варианты контрольных работ, вопросы к зачету, тесты. Фонд оценочных средств представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.
6.2	Темы письменных работ
6.2.1	Контрольная работа по теме «Технологический процесс резки кремниевых пластин на кристаллы»
6.2.2	Контрольная работа по теме «Монтаж компонентов микро- и наносистем приклеиванием, пайкой металлическими припоями и микросваркой»
6.2.3	Контрольная работа по теме «Проволочные методы монтажа»

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	Ефимов И.Е.	Основы микроэлектроники : Учебник / И.Е. Ефимов, И.Я. Козырь. – 3-е изд., стереотип. – СПб. : Лань, - 384 с.	2008 Печат., электрон	0,3 1
7.1.1.2	Коледов Л.А.	Технологии и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок : Учеб. пособие / Л.А. Коледов. 3-е изд., стереотип. – СПб., М., Краснодар : Лань, - 400 с.	2009 Печат., электрон	0,3 1
7.1.1.3	Пасынков В.В.	Полупроводниковые приборы : Учеб. пособие / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - М. : Лань, 2009. - 480 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - (Допущ. МО). - ISBN 978-5-8114-0368-4.	2009 Печат., электрон	0,3 1
7.1.2. Дополнительная литература				
7.1.2.1	Зенин В. В.	Монтаж кристаллов и внутренних выводов в производстве полупроводниковых изделий	2013, Электр. ресурс	1
7.1.3 Методические разработки				
7.1.3.1	Зенин В.В., Землянский А.И.	МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ № 412 по практическим занятиям по дисциплине «Перспективные технологические процессы и оборудование для производства ИС и 3D изделий микроэлектроники»	2014, №412 Электр. ресурс	1
7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы				
7.1.4.1				

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	Учебные лаборатории:
8.2	Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума и проекторами
8.3	Натурные лекционные демонстрации
8.4	Плакаты и наглядные пособия из фонда кафедры ППЭНЭ

**Карта обеспеченности рекомендуемой литературой
по дисциплине «Перспективные технологические процессы для произ-
водства больших интегральных схем, микро- и наносистем»**

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
1. Основная литература				
1	Ефимов И.Е.	Основы микроэлектроники : Учебник / И.Е. Ефимов, И.Я. Козырь. – 3-е изд., стереотип. – СПб. : Лань, - 384 с.	2008 Печат., элек- трон	0,3 1,0
2	Коледов Л.А.	Технологии и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок : Учеб. пособие / Л.А. Коледов. 3-е изд., стереотип. – СПб., М., Краснодар : Лань, - 400 с.	2009 Печат., элек- трон	0,3 1,0
3	Пасынков В.В.	Полупроводниковые приборы : Учеб. пособие / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - М. : Лань, 2009. - 480 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - (Допущ. МО). - ISBN 978-5-8114-0368-4.	2009 Печат., элек- трон	0,3 1,0
2. Дополнительная литература				
4	Зенин В. В.	Монтаж кристаллов и внутренних выводов в производстве полупроводниковых изделий	2013, Электр. ресурс	1,0
3 Методические разработки				
5	Зенин В.В., Землянский А.И.	МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ № 412 по практическим занятиям по дисциплине «Перспективные технологические процессы и оборудование для производства ИС и 3D изделий микроэлектроники»	2014, №412 Электр. ресурс	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

**Перспективные технологические процессы для производства больших инте-
гральных схем, микро- и наносистем**

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