

Б1.В.Д.В.1.1

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 радиотехники и электроники

проф. Небольсин В.А.

(подпись)

2014 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Перспективные технологические процессы и оборудование для сборки изделий микроэлектроники

(наименование дисциплины по учебному плану ООП)

для направления подготовки (специальности):

11.06.01. Электроника, радиотехника и системы связи

(код, наименование)

Профиль подготовки (специализация): 05.27.01 Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах

(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 № 9 от «16» 05 2014 г.

Председатель методической комиссии Ма

(Ф.И.О)

Воронеж 2014 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 радиотехники и электроники
 проф. Небольсин В.А. _____
 (подпись)
 2014 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Перспективные технологические процессы и оборудование для сборки изделий микроэлектроники
 (наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: полупроводниковой электроники и нанoeлектроники

Направление подготовки (специальности):

11.06.01. Электроника, радиотехника и системы связи
 (код, наименование)

Профиль: 05.27.01 Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах

(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 интерактивные формы (ИФ) обучения по УП: -

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по РПД: -

Часов на самостоятельную работу по УП: 48 (44,5 %);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 48 (44,5 %)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 3;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены - 0; Зачеты - 2; Курсовые проекты - 0;

Курсовые работы - 0.

Форма обучения: очная;

Срок обучения: нормативный.

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Вид занятий | № курса | | | | | | | | | |
|--------------|---------|-----|------------|------------|----|-----|----|-----|------------|------------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | Итого | |
| | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД |
| Лекции | | | 30 | 30 | | | | | 30 | 30 |
| Лабораторные | | | - | - | | | | | - | - |
| Практические | | | 30 | 30 | | | | | 30 | 30 |
| Ауд. занятия | | | 60 | 60 | | | | | 60 | 60 |
| Сам. работа | | | 48 | 48 | | | | | 48 | 48 |
| Итого | | | 108 | 108 | | | | | 108 | 108 |

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины по направлению подготовки 11.06.01. Электроника, радиотехника и системы связи утвержден приказом Министерства образования Российской Федерации от 30 июля 2014 г. N 876

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

Рецензент (ы): _____

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки аспирантов **05.27.01 Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах**

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры полупроводниковой электроники и нанoeлектроники

протокол № _____ от _____ 2014 г.

Зав. кафедрой ППЭНЭ _____ С.И. Рембеза

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|------------|--|
| 1.1 | Цель изучения дисциплины: |
| 1.1.1 | изучение физико-механических и технологических свойств материалов кристаллов, корпусов, металлизации кристаллов/корпусов, а также различных способов монтажа изделий микроэлектроники; |
| 1.1.2 | освоение аспирантами комплекса практических и теоретических знаний, позволяющих им ориентироваться в перспективных технологиях производства ИС и 3D изделий микроэлектроники |
| 1.2 | Для достижения цели ставятся задачи: |
| 1.2.1 | изучение конструктивно-технологических основ процессов сборки изделий микроэлектроники |
| 1.2.2 | анализ физических процессов, лежащих в основе перспективных технологий |
| 1.2.3 | ознакомление с перспективным технологическим оборудованием для сборки и контроля качества сформированных контактных соединений |
| 1.2.4 | анализ существующих методов контроля качества внутренних межсоединений: на стадии разработки; на операции формирования соединений; при эксплуатации полупроводниковых изделий |
| 1.2.5 | научить слушателей самостоятельно ориентироваться в информационном потоке в области сборки изделий микроэлектроники |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

| | | |
|--|---|----------------------------------|
| Цикл (раздел) ООП: Б1.В.ДВ | | код дисциплины в УП: Б1.В.ДВ.1.1 |
| 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося | | |
| Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по направлению подготовки магистров 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» программа магистерской подготовки «Приборы и устройства в микро- и наноэлектронике» | | |
| 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее | | |
| Б1.В.ОД.1 | Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах | |
| Б1.В.ОД.3 | Диагностические методы контроля качества и надежности интегральных схем | |

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|------|---|
| ПК-1 | способностью строить 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-2 | способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике |

| | |
|------|--|
| | эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения |
| ПК-3 | 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

| | |
|------------|--|
| 3.1 | Знать: |
| 3.1.1 | особенности производства полупроводниковых изделий на современном этапе (ПК-2, ПК-3); |
| 3.1.2 | основные этапы технологии производства аналогичных изделий (ПК-3); |
| 3.1.3 | перспективные направления исследований (ПК-1, ПК-2, ПК-3); |
| 3.1.4 | основное оборудование и методы контроля технологических операций (ПК-3); |
| 3.1.5 | способы и технологии нанесения металлизации на кристаллы и корпуса (ПК-3); |
| 3.1.6 | физико-механические и технологические свойства материалов, корпусов, печатных плат, теплоотводов, а также металлизации на кристаллах и корпусах полупроводниковых изделий (ПК-1, ПК-2, ПК-3); |
| 3.1.7 | перспективные технологии разделения полупроводниковых пластин на кристаллы (ПК-3); |
| 3.1.8 | перспективное оборудование для монтажа кристаллов в корпус (ПК-3); |
| 3.1.9 | высокопроизводительное оборудование для монтажа внутренних соединений «кристалл-корпус» (ПК-3); |
| 3.1.10 | физические основы соединений материалов в твердой фазе, плавлением и пайкой, современные методы контроля качества соединяемых элементов, в том числе разрушающие и неразрушающие (ПК-1, ПК-2, ПК-3); |
| 3.2 | Уметь: |
| 3.2.1 | работать с информацией из различных источников (ПК-1, ПК-2) |
| 3.2.2 | работать на установках пайки и монтажа кристаллов и на установках присоединения внутренних выводов (проволочных, ленточных, шариковых) (ПК-3) |
| 3.2.3 | оптимизировать технологические процессы сборки 3D изделий (ПК-3) |
| 3.3 | Владеть: |
| 3.3.1 | навыками выбора оптимальных способов монтажа в производстве полупроводниковых изделий (ПК-1, ПК-2, ПК-3) |
| 3.3.2 | методами обработки научно-технической информации и разработки новых способов и технологических процессов 3D интеграции (ПК-1, ПК-2, ПК-3) |
| 3.3.3 | методами расчета остаточных напряжений в паяных соединениях (ПК-3) |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Курс | Неделя семестра | Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах | | | | |
|--------------------|---|------|-----------------|--|----------------------|---------------------|-----------|-------------|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | СРС | Всего часов |
| 1 | Перспективные полупроводниковые материалы и сплавы | 2 | 1-3 | 5 | 5 | - | 8 | 18 |
| 2 | Пленочная металлизация на кристаллах и корпусах для сборочных операций | 2 | 4-6 | 5 | 5 | - | 8 | 18 |
| 3 | Способы и технологии разделения полупроводниковых пластин на кристаллы | 2 | 7-9 | 5 | 5 | - | 8 | 18 |
| 4 | Монтаж кристаллов на основания корпусов | 2 | 10-12 | 5 | 5 | - | 8 | 18 |
| 5 | Монтаж внутренних соединений «кристалл-корпус» | 2 | 12-15 | 5 | 5 | - | 8 | 18 |
| 6 | Разрушающие и неразрушающие методы контроля качества сборочных операций | 2 | 16-18 | 5 | 5 | - | 8 | 18 |
| Итого часов | | | | 30 | 30 | | 48 | 108 |

4.1. Лекции

| Неделя семестра | Тема и содержание лекций | Объем часов | В том числе, в интерактивной форме (ИФ) |
|--|--|-------------|---|
| 1. Перспективные полупроводниковые материалы и сплавы | | 5 | |
| 1-3 | Параметры основных полупроводниковых материалов (GaAs, SiC, GaN, алмаз) для приборов экстремальной электроники. Проволока микронных размеров и конструкции инструментов для монтажа внутренних соединений | 5 | |
| 2. Пленочная металлизация на кристаллах и корпусах для сборочных операций | | 5 | |
| 4-6 | Покрyтия кристаллов/корпусов для сборочных операций. Медная металлизация на кристаллах для приборов специального назначения | 5 | |
| 3. Способы и технологии разделения полупроводниковых пластин на кристаллы | | 5 | |

| | | | |
|---|--|-----------|----------|
| 7-9 | Современные методы разделения полупроводниковых пластин ИС и БИС на кристаллы. Напряжения в пластинах кремния при напылении пленочной металлизации и способ снижения этих напряжений | 5 | |
| 4. Монтаж кристаллов на основания корпусов | | 5 | |
| 10-12 | Технология COB (Chip-on-Board) – непосредственный монтаж кристаллов на подложку. Монтаж полупроводниковых кристаллов к основанию корпусов. Классификация способов монтажа | 5 | |
| 5. Монтаж внутренних соединений «кристалл-корпус» | | 5 | |
| 12-15 | Микросварные соединения проволоки с различными покрытиями кристаллов/корпусов: Al-Al, Al-Au, Au-Al, Au-Ag, Al-Cu, Au-Cu и другие. Конструктивно-технологические особенности монтажа внутренних соединений СПП | 5 | |
| 6. Разрушающие и неразрушающие методы контроля качества сборочных операций | | 5 | |
| 16-18 | Особенности применения различных методов контроля качества сборочных операций. Контроль сборочных операций в 3D изделиях микроэлектроники | 5 | |
| Итого часов | | 30 | - |

4.2. Практика

| Неделя семестра | Тема и содержание практических занятий | Объем часов | В том числе, в интерактивной форме (ИФ) |
|--|---|-------------|---|
| 1. Перспективные полупроводниковые материалы и сплавы | | 5 | - |
| 1-3 | Силовые приборы компании CREE на основе карбида кремния. Анализ полупроводниковых материалов для СВЧ приборов | 5 | |
| 2. Пленочная металлизация на кристаллах и корпусах для сборочных операций | | 5 | |
| 4-6 | Алюминиевая и медная металлизация на контактных площадках кристаллов. Анализ покрытий корпусов под сборочные операции | 5 | |
| 3. Способы и технологии разделения полупроводниковых пластин на кристаллы | | 5 | |
| 7-9 | Анализ технологии разделения пластин на кристаллы. Анализ современных способов разделения полупроводниковых пластин на кристаллы | 5 | |
| 4. Монтаж кристаллов на основания корпусов | | 5 | |

| | | | |
|---|---|-----------|----------|
| 10-12 | Анализ конструкций приборов с применением СОВ-монтажа. Разработка технологии пайки кристаллов на основании корпусов | 5 | |
| 5. Монтаж внутренних соединений «кристалл-корпус» | | 5 | |
| 12-15 | Разработка технологии монтажа внутренних соединений. Групповые способы монтажа внутренних выводов («паучковый монтаж») | 5 | |
| 6. Разрушающие и неразрушающие методы контроля качества сборочных операций | | 5 | |
| 16-18 | Оценка прочности соединений «кристалл-корпус». Оценка прочности соединений внутренних выводов с кристаллом и корпусом | 5 | |
| Итого часов | | 30 | - |

4.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

| Неделя семестра | Содержание СРС | Виды контроля | Объем часов |
|-----------------|---|---------------------------------------|-------------|
| 1 | Работа с конспектом лекций, с учебником Подготовка к выполнению пр. работы | Допуск к выполнению пр. работы, отчет | 2 |
| 2 | Работа с конспектом лекций, с учебником Подготовка к выполнению пр. работы | Допуск к выполнению пр. работы, отчет | 2 |
| 3 | Работа с конспектом лекций, с учебником Подготовка к выполнению пр. работы | Допуск к выполнению пр. работы, отчет | 2 |
| 4 | Работа с конспектом лекций, с учебником Подготовка к выполнению пр. работы | Допуск к выполнению пр. работы, отчет | 2 |
| 5 | Работа с конспектом лекций, с учебником Подготовка к выполнению пр. работы | Допуск к выполнению пр. работы, отчет | 2 |
| 6 | Работа с конспектом лекций, с учебником Подготовка к выполнению пр. работы | Допуск к выполнению пр. работы, отчет | 2 |
| 7 | Работа с конспектом лекций, с учебником Подготовка к выполнению пр. работы | Допуск к выполнению пр. работы, отчет | 3 |
| 8 | Работа с конспектом лекций, с учебником Подготовка к выполнению пр. работы | Допуск к выполнению пр. работы, отчет | 3 |
| 9 | Работа с конспектом лекций, с учебником Подготовка к выполнению пр. работы | Допуск к выполнению пр. работы, отчет | 3 |
| 10 | Работа с конспектом лекций, с учебником | Допуск к выполнению пр. работы, отчет | 3 |

| | | | |
|--------------------|---|---------------------------------------|-----------|
| | ником Подготовка к выполнению пр. работы | работы, отчет | |
| 11 | Работа с конспектом лекций, с учебником Подготовка к выполнению пр. работы | Допуск к выполнению пр. работы, отчет | 3 |
| 12 | Работа с конспектом лекций, с учебником Подготовка к выполнению пр. работы | Допуск к выполнению пр. работы, отчет | 3 |
| 13 | Работа с конспектом лекций, с учебником Подготовка к выполнению пр. работы | Допуск к выполнению пр. работы, отчет | 3 |
| 14 | Работа с конспектом лекций, с учебником Подготовка к выполнению пр. работы | Допуск к выполнению пр. работы, отчет | 3 |
| 15 | Работа с конспектом лекций, с учебником Подготовка к выполнению пр. работы | Допуск к выполнению пр. работы, отчет | 3 |
| 16 | Работа с конспектом лекций, с учебником Подготовка к выполнению пр. работы | Допуск к выполнению пр. работы, отчет | 3 |
| 17 | Работа с конспектом лекций, с учебником Подготовка к выполнению пр. работы | Допуск к выполнению пр. работы, отчет | 3 |
| 18 | Подготовка к выполнению пр. работы Подготовка к зачету | Отчет, защита | 3 |
| Итого часов | | | 48 |

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

| | |
|-----|--|
| | В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии: |
| 5.1 | Практические занятия: – выполнение практических заданий; – защита выполненных 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: – контрольные работы; – отчет и защита выполненных практических работ. |
| 6.1.2 | Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает примерные варианты контрольных работ, вопросы к зачету. |
| 6.2 | Темы письменных работ: |
| 6.2.1 | Контрольная работа по теме «Пленочная металлизация на кристаллах и корпусах для сборочных операций» |
| 6.2.2 | Контрольная работа по теме «Способ монтажа кристаллов на основании корпусов» |
| 6.3 | Другие виды контроля |
| 6.3.1 | Тесты по темам: «Разработка технологии пайки кристаллов на основания корпусов» «Разработка технологии монтажа внутренних соединений» |

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 | | | | |
| 1 | Ефимов И.Е. | Основы микроэлектроники : Учебник / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь. - 3-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2008. - 384 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0866-5 : 374-70. | 208 Печатный | 1.0 |
| 2 | Коледов Л.А. | Технологии и конструкции микросхем, микропроцессов и микросборок : Учеб. пособие / Л. А. Коледов. - 3-е изд., стереотип. - СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2009. - 400 с. : ил. - ISBN 978-5-8114-0766-8 : 349-70. | 2009 Печатный | 1.0 |

| | | | | |
|---|--------------------------------|--|----------------------------|-----|
| 3 | Турцевич А.С. | Технология герметизации интегральных схем с пониженным содержанием подкорпусной влаги : Монография / А. С. Турцевич. - Минск : Интегралполиграф, 2013. - 192 с. - ISBN 978-985-6845-40-9 : 300-00. | 2013 Печатный | 0.1 |
| 4 | 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 Печатный | 0 |
| 7.1.2. Дополнительная литература | | | | |
| 1 | Зенин В.В. | Монтаж кристаллов и внутренних выводов в производстве полупроводниковых изделий [Электронный ресурс] : Монография / В. В. Зенин. - Электрон. текстовые, граф. дан. (11,0 Мб). - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2013. - 1 файл. - 30-00. | 2013 Магнитный носитель | 1 |
| 7.1.3. Методические разработки | | | | |
| 1 | Зенин В.В., Землянский А.И. | Методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Перспективные технологические процессы и оборудование для производства ИС и 3D изделий микроэлектроники" для студентов направления 16.04.01 "Техническая физика" (магистерская программа подготовки "Физика и техника полупроводников") очной формы обучения [Электронный ресурс] / Каф. полупроводниковой электроники и наноэлектроники; Сост.: В. В. Зенин, А. И. Землянский. - | 2014 Магнитный носитель | 1 |

| | | | | |
|--|--|---|--|--|
| | | Электрон. текстовые, граф. дан. (5,3 Мб). - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2014. - 1 файл. - 00-00. | | |
|--|--|---|--|--|

Зав. кафедрой _____ / _____ /

Директор НТБ _____ / _____ /