

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

Процессы сборки в технологии производства 3D изделий микроэлектроники

(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: 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 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

Процессы сборки в технологии производства 3D изделий микроэлектроники

(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: 54 (50%);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 54 (50%)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 3;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены - 0; Зачет – 0; Зачет с оценкой - 7; Курсовые проекты - 0; Курсовые работы - 0.

Форма обучения: очная;

Срок обучения: нормативный.

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													18	18			18	18
Лабораторные													36	36			36	36
Практические													-	-			-	-
Ауд. занятия													54	54			54	54
Сам. работа													54	54			54	54
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: _____ д.т.н., Зенин В.В.
(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	Целью изучения дисциплины является освоение студентами комплекса теоретических и практических навыков, позволяющих им ориентироваться в особенностях сборки 3D изделий микроэлектроники: с использованием проволочных, паучковых и шариковых выводов.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	сформировать представления о функциональных структурах разрабатываемых 3D систем (интеграция механической, электронной, оптической и биологической систем);
1.2.2	изучить существующие методы 3D интеграции (чип на чипе, пластина на пластине, корпус на корпусе);
1.2.3	установить взаимосвязь между сборочными операциями дискретных полупроводниковых приборов и 3D изделий;
1.2.4	ознакомить с перспективами и тенденциями развития сборочных операций 3D изделий;
1.2.5	сформировать навыки выбора оптимального способа монтажа 3D изделий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Цикл (раздел) ООП: Б1	код дисциплины в УП: Б1.В.ДВ.6.1
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь знания, полученные при изучении дисциплин	
Б1.Б.19	«Основы технологии электронной компонентной базы»
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-7	способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности
ПКВ-2	готовностью к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства микроэлектронных приборов и устройств твердотельной электроники
ПКВ-3	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	физико-механические и технологические свойства материалов кристаллов, корпусов, печатных плат, теплоотводов, а также металлизации на кристаллах и корпусах полупроводниковых изделий (ОПК-7);

3.1.2	основные способы и технологии сборки полупроводниковых приборов, ИС и 3D изделий (ПКВ-2);
3.2	Уметь:
3.2.1	работать с информацией из различных источников в области сборки 3D изделий (ПКВ-3);
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками разработки новых способов и технологических процессов 3D интеграции (ОПК-7, ПКВ-3)

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	Конструктивно-технологические основы сборки полупроводниковых изделий микроэлектроники	7	1-2	2	-	8	6	16
2	Способы и технологии сборки кристаллов друг с другом и корпусом в 3D изделиях микроэлектроники	7	3-4	2	-	4	6	12
3	Способы и технологии формирования шариковых/столбиковых выводов на кристаллах/корпусах для сборки методом «flip-chip».	7	5-6	2	-	4	6	12
4	Покрyтия контактных площадок кристаллов и траверс корпусов для микросварки внутренних выводов	7	7-8	2	-	4	6	12
5	Сборка 3D изделий микроэлектроники с использованием проволочных и паучковых выводов	7	9-10	2	-	12	6	20
6	Процессы формирования соединений в твердой фазе и пайкой.	7	11-12	2	-	-	6	8
7	Процессы сборки изделий микроэлектроники с использованием металлизации и проволоки из меди	7	13-14	2	-	4	6	12
8	Способы контроля качества сборки кристаллов друг с другом и корпусом	7	15-16	2	-	-	6	8
9	Контроль качества монтажа внутренних соединений. Особенности технологий герметизации 3D изделий микроэлектроники	7	17-18	2	-	-	6	8
Итого				18	-	36	54	108

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов
1	Конструктивно-технологические основы сборки полупроводниковых изделий микроэлектроники	2
3	Способы и технологии сборки кристаллов друг с другом и корпусом в 3D изделиях микроэлектроники	2
5	Способы и технологии формирования шариковых/столбиковых выводов на кристаллах/корпусах для сборки методом «flip-chip». Контрольная работа	2
7	Покрытия контактных площадок кристаллов и траверс корпусов для микросварки внутренних выводов	2
9	Сборка 3D изделий микроэлектроники с использованием проволочных и паучковых выводов	2
11	Процессы формирования соединений в твердой фазе и пайкой. Контрольная работа	2
13	Процессы сборки изделий микроэлектроники с использованием металлизации и проволоки из меди	2
15	Способы контроля качества сборки кристаллов друг с другом и корпусом	2
17	Контроль качества монтажа внутренних соединений. Особенности технологий герметизации 3D изделий микроэлектроники	2
Итого часов		18

4.2 Практические занятия не предусмотрены

4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	Виды контроля
1. Конструктивно-технологические основы сборки полупроводниковых изделий микроэлектроники		8	
2	Анализ технологических операций в технологии производства 3D изделий	4	отчет
4	Влияние конструктивно-технологических факторов на процессы сборки изделий микроэлектроники	4	отчет
2. Способы и технологии сборки кристаллов друг с другом и корпусом в 3D изделиях микроэлектроники		4	
6	Методы стековой сборки кристаллов в 3D изделиях	4	отчет
3. Способы и технологии формирования шариковых / столбиковых выводов на кристаллах/корпусах для сборки методом «flip-chip»		4	
8	Процессы формирования шариковых/столбиковых выводов на кристаллах/корпусах для сборки методом «flip-chip»	4	отчет
4. Покрытия контактных площадок кристаллов и траверс корпусов для микросварки внутренних выводов		4	
10	Сравнительный анализ оценки микротвердости покрытий методами Виккерса и Кнупа	4	отчет
5. Сборка 3D изделий микроэлектроники с использованием прово-		12	

ЛОЧНЫХ И ПАУЧКОВЫХ ВЫВОДОВ			
12	Выбор оптимального способа микросварки проволочных выводов на корпусах с разработкой технологического процесса	4	отчет
14	Выбор оптимального способа микросварки проволочных выводов на кристаллах с разработкой технологического процесса	4	отчет
16	Монтаж внутренних соединений с использованием паучковых выводов	4	отчет
7. Процессы сборки изделий микроэлектроники с использованием металлизации и проволоки из меди		4	
18	Особенности технологических процессов формирования медной металлизации на кристаллах	4	отчет
Итого часов		36	

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1	Работа с конспектом лекций, с учебником		3
2	Подготовка к лабораторной работе		3
3	Работа с конспектом лекций, с учебником		3
4	Подготовка к отчету по лабораторной работе	Проверка отчета	3
5	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа	3
6	Подготовка к отчету по лабораторной работе	Проверка отчета	3
7	Работа с конспектом лекций, с учебником		3
8	Подготовка к отчету по лабораторной работе	Проверка отчета	3
9	Работа с конспектом лекций, с учебником		3
10	Подготовка к отчету по лабораторной работе	Проверка отчета	3
11	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа	3
12	Подготовка к отчету по лабораторной работе	Проверка отчета	3
13	Работа с конспектом лекций, с учебником		3
14	Подготовка к отчету по лабораторной работе	Проверка отчета	3
15	Работа с конспектом лекций, с учебником		3
16	Подготовка к отчету по лабораторной работе	Проверка отчета	3
17	Работа с конспектом лекций, с учебником		3
18	Подготовка к отчету по лабораторной работе, к зачету	Проверка отчета, зачет	3
ИТОГО:			54

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Лекции: информационные лекции, лекции-визуализации, проблемные лекции
5.2	Лабораторные работы: - выполнение лабораторных работ: работа в команде (ИФ); решение творческих задач (метод Делфи); - защита выполненных работ;
5.3	Самостоятельная работа студентов: – изучение теоретического материала,

	<ul style="list-style-type: none"> – подготовка к лекциям и лабораторным занятиям, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, – подготовка к текущему контролю успеваемости, к контрольным работам, 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: <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 варианты контрольных работ, вопросы к зачету. Фонд оценочных средств представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.
6.2	Темы письменных работ
6.2.1	Контрольная работа по теме «Способы и технологии формирования шариковых/столбиковых выводов на кристаллах/корпусах для сборки методом «flip-chip»»
6.2.2	Контрольная работа по теме «Процессы формирования соединений в твердой фазе и пайкой»

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 и проекторами
8.3	Натурные лекционные демонстрации:
8.4	Плакаты и наглядные пособия из фонда кафедры ППЭНЭ

**Карта обеспеченности рекомендуемой литературой
по дисциплине «Процессы сборки в технологии производства
3D изделий микроэлектроники»**

№ 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., электрон	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., электрон	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 Электр. ресурс	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 _____ / Рембеза С.И. /

Директор НТБ _____ / Буковшина Т.И. /

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель Ученого совета факультета радиотехники и электроники

_____ Небольсин В.А.
(подпись)

_____ 201__ г.

Лист регистрации изменений (дополнений) УМКД

Процессы сборки в технологии производства 3D изделий микроэлектроники

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