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
заочного обучения

проф. Подоприхин М.Н. _____
(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 **заочная** Срок обучения **ускоренный**

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 **ФЗО**
(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 заочного обучения
 проф. Подоприхин М.Н. _____
 (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): 104; Часов по РПД: 104;

Часов на самостоятельную работу по УП: 92 (85,2%);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 92 (85,2%)

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: 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													4	4			4	4
Лабораторные													8	8			8	8
Практические																		
Ауд. занятия													12	12			12	12
Сам. работа													92	92			92	92
Итого													104	104			104	104

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): _____

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	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	физико-механические и технологические свойства материалов кристаллов, корпусов, печатных плат, теплопроводов, 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	Сборка 3D изделий с использованием проволочных, паучковых и шариковых выводов, а также методом TSVi	7		1		2	18	21
2	Особенности монтажа внутренних соединений на кристалле и корпусе различными методами сварки: термозвуковой (ТЗС), ультразвуковой (УЗС), расщепленным электродом, давлением с косвенным импульсным нагревом (СКИН)	7		1		2	18	21
3	Влияние конструктивно-технологических факторов на качество микросоединений, выполненных УЗС, алюминиевой проволокой с алюминиевой металлизацией на кристалле и с покрытиями корпуса: золото, никель и его сплавы, гальваническое алюминирование	7		1		2	18	21
4	Особенности формирования микросоединений с использованием медной проволоки и металлизации	7		1		2	18	21
5	Подготовка к зачету. Зачет	7					20	20
Итого				4		8	92	104

4.1 Лекции

№ п/п	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
1	Конструктивно-технологические основы сборки полупроводниковых изделий микроэлектроники	0,5	
2	Способы и технологии сборки кристаллов друг с другом и корпусом в 3D изделиях микроэлектроники	0,5	
3	Способы и технологии формирования шариковых/столбиковых выводов на кристаллах/корпусах для сборки методом «flip-chip». Контрольная работа	0,5	
4	Покрyтия контактных площадок кристаллов и траверс корпусов для микросварки внутренних выводов	0,5	
5	Сборка 3D изделий микроэлектроники с использованием проволочных и паучковых выводов	0,5	
6	Процессы сборки изделий микроэлектроники с использованием металлизации и проволоки из меди	0,5	
7	Способы контроля качества сборки кристаллов друг с другом и корпусом	0,5	
8	Контроль качества монтажа внутренних соединений. Особенности технологий герметизации 3D изделий микроэлектроники	0,5	
Итого часов		4	

4.2 Практические занятия не предусмотрены

4.3 Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
1	Конструктивно-технологические основы сборки полупроводниковых изделий микроэлектроники	2		отчет
2	Способы и технологии сборки кристаллов друг с другом и корпусом в 3D изделиях микроэлектроники	2		отчет
3	Способы и технологии формирования шариковых / столбиковых выводов на кристаллах/корпусах для сборки методом «flip-chip»	2		отчет
4	Сборка 3D изделий микроэлектроники с использованием проволочных и паучковых выводов	2		отчет
Итого часов		8		

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1	Работа с учебно-методической литературой		4
2	Работа с учебно-методической литературой		4
3	Работа с учебно-методической литературой		4
4	Подготовка к отчету по лабораторной работе	Проверка отчета	6
5	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа	6
6	Подготовка к отчету по лабораторной работе	Проверка отчета	6
7	Работа с учебно-методической литературой		4
8	Подготовка к отчету по лабораторной работе	Проверка отчета	6
9	Работа с учебно-методической литературой		4
10	Подготовка к отчету по лабораторной работе	Проверка отчета	6
11	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа	6
12	Работа с учебно-методической литературой		4
13	Работа с учебно-методической литературой		4
14	Работа с учебно-методической литературой		4
15	Работа с учебно-методической литературой		4
16	Работа с учебно-методической литературой		4
17	Работа с учебно-методической литературой		4
18	Подготовка к зачету	Зачет	12
ИТОГО:			92

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; решение творческих задач (метод Делфи); - защита выполненных работ;
5.3	Самостоятельная работа студентов: – изучение теоретического материала, – 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: – 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	1,0

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	1,0
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., элек- трон	0,3 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., элек- трон	0,3 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., элек- трон	0,3 1
2. Дополнительная литература				
4	Зенин В. В.	Монтаж кристаллов и внутренних выводов в производстве полупроводниковых изделий	2013, Электр. ресурс	1
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

Зав. кафедрой _____ / Рембеза С.И. /

Директор НТБ _____ / Буковшина Т.И. /

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель Ученого совета фа-
культета радиотехники и электро-
ники

_____ 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