

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

Монтаж кристаллов и внутренних выводов в производстве 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)

Монтаж кристаллов и внутренних выводов в производстве 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: 72 (67 %);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 72 (67 %)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 3;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены - 0; Зачеты - 0; Зачеты с оценкой – 3;
 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					-	-											-	-
Лабораторные					18	18											18	18
Практические					18	18											18	18
Ауд. занятия					36	36											36	36
Сам. работа					72	72											72	72
Итого					108	108											108	108

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» 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 наноэлектроника», магистерская программа «Приборы и устройства в микро- и наноэлектронике»

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	Цель освоения дисциплины - освоение студентами комплекса практических и теоретических знаний, позволяющих ориентироваться в технологических процессах монтажа кристаллов и внутренних выводов в производстве микро- и наносистем.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	умение работать с информацией из различных источников (научно-технические статьи по сборке изделий микроэлектроники).
1.2.2	анализ микро- и наносистем и области их применения;
1.2.3	знание функциональной структуры микро- и наносистем
1.2.4	анализ характеристик процесса производства микро- и наносистем
1.2.5	знание специальных методов сборки, включая монтаж кристаллов, внутренних выводов и герметизации микро- и наносистем
1.2.6	особенности контроля качества монтажа кристаллов, внутренних выводов и герметизации микро- и наносистем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Цикл (раздел) ООП: Б1	код дисциплины в УП: Б1.В.ДВ.6.2
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-2	способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры
ОПК-3	способностью демонстрировать навыки работы в коллективе, порождать новые идеи
ПК-2	способностью разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию
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 монтажа кристаллов и внутренних выводов в производстве микро- и наносистем (ОПК-3);
3.1.2	основные технологические процессы и режимы монтажа (ОПК-2);
3.1.3	основное оборудование и методы контроля технологических операций (ОПК-2);

3.1.4	физико-механические и технологические свойства материалов кристаллов и корпусов, а также металлизации на кристаллах и корпусах в микро- и наносистемах (ОПК-2);
3.1.5	специальные методы сборки микро- и наносистем (ОПК-3);
3.1.6	методы контроля технологических процессов в производстве микро- и наносистем (ОПК-3);
3.2	Уметь:
3.2.1	работать с информацией из различных источников (ПК-2);
3.2.2	работать на установках монтажа кристаллов в производстве микро- и наносистем (ПК-2);
3.2.3	работать на установках внутренних выводов в производстве микро- и наносистем (ПК-2);
3.2.4	оптимизировать технологические режимы сборки микро- и наносистем (ПК-2);
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками выбора оптимальных технологических процессов в производстве микро- и наносистем (ПКВ-2);
3.3.2	методами обработки научно-технической информации и разработки новых способов и технологических процессов в производстве микро- и наносистем (ПКВ-2);
3.3.3	основными методами контроля сборочных операций микро- и наносистем (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	Анализ микро- и наносистем и областей их применения	3	2	-	2	-	4	6
2	Функциональные структуры микро- и наносистем	3	4	-	2	-	4	6
3	Физико-механические и технологические свойства материалов кристаллов и корпусов, а также металлизации на кристаллах и корпусах в микро- и наносистемах	3	6-10	-	6	-	24	30
4	Основные технологические процессы сборочных операций и режимы монтажа	3	12-14	-	4	18	20	42
5	Методы контроля технологических операций монтажа кристаллов и внутренних выводов в производстве микро- и наносистем	3	16-18	-	4	-	20	24
Итого					18	18	72	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
Анализ микро- и наносистем и область их применения		2	
2	Анализ микро- и наносистем и область их применения	2	
Функциональные структуры микро- и наносистем		2	
4	Монтаж полупроводниковых кристаллов к основаниям корпусов. Классификация и характеристика способов монтажа. Контрольная работа.	2	
Физико-механические и технологические свойства материалов кристаллов и корпусов, а также металлизации на кристаллах и корпусах в микро- и наносистемах		6	
6	Применение паяльных паст при монтаже кристаллов	2	
8	Клеевые соединения кристаллов с основаниями корпуса	2	
10	Покрытия контактных площадок кристаллов и корпусов для формирования внутренних соединений	2	
Основные технологические процессы сборочных операций и режимы монтажа		4	
12	Проволока микронных размеров и конструкции инструментов для монтажа внутренних соединений	2	
14	Способы присоединения проволочных выводов. Контрольная работа	2	
Методы контроля технологических операций монтажа кристаллов и внутренних выводов в производстве микро- и наносистем		4	
16	Особенности контроля качества монтажа кристаллов и внутренних выводов в микро- и наносистемах. Контрольная работа	2	
18	Анализ качества микросварных соединений проволоки с различными покрытиями кристаллов/корпусов: Al-Al, Al-Au, Au-Al, Au-Ag, Al-Cu, Au-Cu и др.	2	
Итого часов		18	

4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
Монтаж полупроводниковых кристаллов		6		
10	Разработка технологического процесса монтажа кристаллов с использованием клеев и паст	3		отчет
12	Оценка смачиваемости и растекаемости припоев по различным покрытиям кристаллов/корпусов	3		отчет
Монтаж внутренних соединений		12		
14	Выбор оптимальных способов формирования внутренних соединений для конкретных типов микро- и наностистем	4		отчет
16	Оценка прочности внутренних соединений «кристалл-корпус»	4		отчет
18	Оптимизация технологических режимов микросварных соединений «проволока-кристалл/корпус»	4		отчет
Итого часов		18		

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
2	Самостоятельное изучение материала		4
4	Подготовка к лабораторной работе и контрольной работе	Проверка отчета Контрольная работа	4
6	Самостоятельное изучение материала	Проверка отчета	4
8	Подготовка к лабораторной работе	Проверка отчета	12
10	Самостоятельное изучение материала, подготовка к лабораторной работе	Проверка отчета	8
12	Самостоятельное изучение материала		8
14	Подготовка к лабораторной работе, подготовка к контрольной работе	Проверка отчета, контрольная работа	12
16	Самостоятельное изучение материала, подготовка к контрольной работе	Контрольная работа	12
18	Подготовка к зачету	Зачет	8
ИТОГО			72

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); проведение контрольных работ;

5.2	Лабораторные работы: - выполнение лабораторных работ, - защита выполненных работ
5.3	Самостоятельная работа студентов: – изучение теоретического материала, – подготовка к лабораторным и практическим занятиям, – работа с учебно-методической литературой, – подготовка к текущему контролю успеваемости, к контрольным работам, тестированию и 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 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 «Способы монтажа полупроводниковых кристаллов к основаниям корпусов»
6.2.2	Контрольная работа по теме «Способы присоединения проволочных выводов»
6.2.3	Контрольная работа по теме «Контроль качества монтажа кристаллов и внутренних выводов в микро- и наносистемах»

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 Пчат., 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 Пчат., 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, 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 «Монтаж кристаллов и внутренних выводов в производ-
стве микро- и наносистем»**

1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
1.1. Основная литература				
1.1.1	Ефимов И.Е.	Основы микроэлектроники : Учебник / И.Е. Ефимов, И.Я. Козырь. – 3-е изд., стереотип. – СПб. : Лань, - 384 с.	2008 Пчат., элек- трон.	0,3 1,0
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 Пчат., элек- трон.	0,3 1,0
1.1.3	Пасынков В.В.	Полупроводниковые приборы : Учеб. посо-бие / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - М. : Лань, 2009. - 480 с. : ил. - (Учебники для ву-зов. Специальная литература). - (Допущ. МО). - ISBN 978-5-8114-0368-4.	2009, Элек- трон. ресурс	1,0
1.2. Дополнительная литература				
1.2.1	Зенин В. В.	Монтаж кристаллов и внутренних выводов в производстве полупроводниковых изделий	2013, Электр. ресурс	1,0
1.3 Методические разработки				
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, 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

**Монтаж кристаллов и внутренних выводов в производстве
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