

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 и оборудование для производства полупроводниковых приборов

(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

Перспективные технологические процессы и оборудование для производства полупроводниковых приборов

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: полупроводниковой электроники и нанoeлектроники

Направление подготовки (специальности): 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
(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; Зачеты – 0; Зачеты 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 нанoeлектроника». 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 нанoeлектроника”, профиль “Микroeлектроника и твердотельная электроника”.

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	Целью освоения дисциплины является изучение комплекса практических и теоретических знаний, позволяющих студентам ориентироваться в перспективных технологиях изготовления полупроводниковых приборов
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	ознакомить студентов с перспективными направлениями разработок в области технологии изготовления полупроводниковых приборов
1.2.2	проанализировать физические процессы, лежащие в основе перспективных технологий
1.2.3	ознакомить студентов с перспективным технологическим оборудованием, особенностями его применения
1.2.4	дать представление об эффективности использования различных технологических процессов и оборудования
1.2.5	научить студентов самостоятельно ориентироваться в информационном потоке в области полупроводниковой микроэлектроники

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Цикл (раздел) ООП: Б1		код дисциплины в УП: Б1.В.ОД.15
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-1	способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основные типы изделий силовой электроники, выпускаемые в РФ и за рубежом (ОПК-1);
3.1.2	перспективные способы пайки кристаллов СПП (ПКВ-2);

3.1.3	перспективные способы монтажа внутренних соединений силовых полупроводниковых приборов (ПКВ-2)
3.2	Уметь:
3.2.1	проводить оценку смачивания и растекания припоя по нагретой поверхности (ПКВ-2);
3.2.2	определение площади непропаев в паяных соединениях «кристалл-корпус» силовых полупроводниковых приборов по рентгенограммам (ПКВ-2);
3.2.3	проводить контроль прочности соединений кристаллов с кристаллодержателями (ОПК-7)
3.3	Владеть:
3.3.1	технологией сборки изделий силовой электроники (пайка кристаллов и сварки внутренних выводов) (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	Перспективные материалы для производства полупроводниковых приборов.	7	1	2	-	4	6	12
2	Процессы сухого травления материалов в производстве мегабитовых ДОЗУ	7	3	2	-	-	6	8
3	Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ). Тенденции и перспективы развития способов и оборудования литографии малых размеров.	7	5	2	-	4	6	12
4	Импульсная обработка полупроводниковых материалов.	7	7	2	-	8	6	16
5	Основы технологии структур «кремний на изоляторе».	7	9	2	-	4	6	12
6	Пайка кристаллов и плат к основаниям.	7	11	2	-	8	6	16
7	Присоединение электродных выводов. Влияние конструктивно-технологических факторов на качество микросоединений полупроводниковых изделий.	7	13	2	-	-	6	8
8	Сборка силовых полупроводниковых приборов. Контроль микросоединений изделий электронной техники.	7	15	2	-	4	6	12
9	Герметизация полупроводниковых приборов, ИС и микросборок в корпуса. Поверхностный монтаж компонентов.	7	17	2	-	4	6	12
Итого				18		36	54	108

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов
Перспективные материалы и конструкции инструментов		6
1	Перспективные материалы для производства ПП	2
3	Проволока микронных размеров для монтажа внутренних соединений	2
5	Перспективные конструкции инструментов для сварки внутренних выводов СПП. Контрольная работа	2
Пайка кристаллов бессвинцовыми композициями		2
7	Способы и технологии пайки кристаллов бессвинцовыми композициями	2
Монтаж внутренних выводов		6
9	Способы присоединения проволочных выводов	2
11	Сборка силовых полупроводниковых приборов с использованием ленточных выводов (HARB). Контрольная работа	2
13	Контроль качества монтажа кристаллов и внутренних соединений	2
Способы охлаждения и герметизация ПП		4
15	Способы охлаждения ПП и конструкции термоотводов	2
17	Герметизации ПП. Современное оборудование для производства ПП	2
Итого часов		18

4.2 Практические занятия не предусмотрены

4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	Виды контроля
1. Перспективные материалы для производства полупроводниковых приборов (ПП)		4	
1	Анализ современных материалов кристаллов и корпусов для производства СПП	4	отчет
3. Перспективные конструкции инструментов для сварки внутренних выводов СПП		4	
3	Анализ современных конструкций микросварочных инструментов	4	отчет
4. Способы и технологии пайки кристаллов бессвинцовыми композициями		8	
5	Монтаж кристаллов клеями и пастами	4	отчет
7	Пайка кристаллов локальным нагревом	4	отчет
5. Способы присоединения проволочных выводов		4	
9	Сварка внутренних соединений ПП на основе SiC	4	отчет
6. Сборка силовых полупроводниковых приборов с использованием ленточных выводов (HARB)		4	
11	Монтаж ленточными выводами СПП	2	отчет
13	Термозвукоимпульсная сварка ленточных выводов	2	отчет
8. Герметизация ПП. Современное оборудование для производства ПП		4	
15	Анализ современного оборудования для сборки ПП	4	отчет
9. Контроль качества монтажа кристаллов и внутренних соединений		4	

17	Оценка прочности соединений кристалла с корпусом	4	отчет
Итого часов		36	

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1	Работа с конспектом, с учебниками		3
2	Подготовка к лабораторной работе		3
3	Работа с конспектом, с учебниками		3
4	Подготовка к лабораторной работе	отчет	3
5	Подготовка к контрольной работе	контрольная работа	3
6	Подготовка к лабораторной работе	отчет	3
7	Работа с конспектом, с учебниками		3
8	Подготовка к лабораторной работе	отчет	3
9	Работа с конспектом, с учебниками		3
10	Подготовка к лабораторной работе	отчет	3
11	Подготовка к контрольной работе	контрольная работа	3
12	Подготовка к лабораторной работе	отчет	3
13	Работа с конспектом, с учебниками		3
14	Подготовка к лабораторной работе	отчет	3
15	Работа с конспектом, с учебниками		3
16	Подготовка к лабораторной работе	отчет	3
17	Подготовка к отчету по лабораторной работе		3
18	Подготовка к зачету	зачет	3
Итого			54

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Лекции: информационные лекции, лекции-визуализации, проблемные лекции
5.3	Лабораторные работы: – выполнение лабораторных работ, – защита выполненных работ;
5.4	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
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;

	- отчет и защита лабораторных работ
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает варианты контрольных работ, вопросы к отчетам по лабораторным работам, вопросы к зачету. Фонд оценочных средств представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.
6.2	Темы письменных работ
6.2.1	Контрольная работа по теме «Перспективные конструкции инструментов для сварки внутренних выводов СПП»
6.2.2	Контрольная работа по теме «Сборка силовых полупроводниковых приборов с использованием ленточных выводов (HARB)»

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

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 «Перспективные технологические процессы и оборудование
для производства полупроводниковых приборов»**

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы из- дания. Вид издания	Обеспе- ченность
7.1.1. 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, Электр. ресурс	1,0
7.1.2. Дополнительная литература				
4	Зенин В. В.	Монтаж кристаллов и внутренних выводов в производстве полупроводниковых изделий	2013, Электр. ресурс	1,0
7.1.3 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, 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 и оборудование для производства
полупроводниковых приборов**

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