

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**

**Сборочные операции в производстве больших интегральных схем**

(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.

[illegible]

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

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   | <b>Цель освоения дисциплины</b> - освоение студентами-магистрантами комплекса практических и теоретических знаний, позволяющих им ориентироваться в технологических особенностях сборочных операций в производстве БИС. |
| 1.2   | <b>Для достижения цели ставятся задачи:</b>                                                                                                                                                                             |
| 1.2.1 | умение работать с информацией из различных источников (научно-технические журналы по микроэлектронике);                                                                                                                 |
| 1.2.2 | знание функциональной структуры БИС;                                                                                                                                                                                    |
| 1.2.3 | анализ характеристик основных технологических процессов в производстве БИС;                                                                                                                                             |
| 1.2.4 | анализ технологических особенностей сборки БИС (монтаж кристаллов и внутренних выводов);                                                                                                                                |
| 1.2.5 | знание существующих и перспективных методов сборки БИС;                                                                                                                                                                 |
| 1.2.6 | особенности контроля сборочных операций в производстве БИС.                                                                                                                                                             |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

|                                                                                                                 |                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Цикл (раздел) ООП: Б1                                                                                           | код дисциплины в УП: Б1.В.ДВ.6.1    |
| <b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>                                                 |                                     |
| Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку                                       |                                     |
| <b>2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее</b> |                                     |
| 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   | <b>Знать:</b>                                                                       |
| 3.1.1 | основные технологические процессы в производстве больших интегральных схем (ОПК-2); |
| 3.1.2 | влияние конструктивно-технологических факторов на надежность (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 кор-         |

|            |                                                                                                                         |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | пусов, а также металлизации на кристаллах и корпусах БИС (ОПК-2);                                                       |
| 3.1.5      | специальные методы сборки БИС (ОПК-3);                                                                                  |
| 3.1.6      | методы контроля технологических процессов в производстве больших интегральных схем (ОПК-3);                             |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>                                                                                                           |
| 3.2.1      | работать с информацией из различных источников (ПК-2);                                                                  |
| 3.2.2      | работать на установках монтажа кристаллов в производстве БИС (ПК-2);                                                    |
| 3.2.3      | работать на установках внутренних выводов в производстве БИС (ПК-2);                                                    |
| 3.2.4      | оптимизировать технологические режимы сборки БИС (ПК-2);                                                                |
| 3.2.5      | проводить анализ качества монтажа кристаллов и внутренних соединений (ПК-2);                                            |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>                                                                                                         |
| 3.3.1      | навыками выбора оптимальных технологических процессов в производстве больших интегральных схем (ПКВ-2);                 |
| 3.3.2      | методами обработки научно-технической информации и разработки новых способов монтажа больших интегральных схем (ПКВ-2); |
| 3.3.3      | расчетами остаточных напряжений в кристаллах больших интегральных схем при различных способах монтажа (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            | Функциональные структуры БИС                                                   | 3       | 1               | -                                              | 2                    | 3                   | 6         | 11          |
| 2            | Область применения БИС                                                         | 3       | 3               | -                                              | 2                    | 3                   | 6         | 11          |
| 3            | Основные технологические процессы производства БИС                             | 3       | 5               | -                                              | 2                    | 3                   | 6         | 11          |
| 4            | Способы и технологии монтаж кристаллов на основания корпусов                   | 3       | 7               | -                                              | 2                    | -                   | 8         | 10          |
| 5            | Монтаж внутренних выводов к кристаллам и корпусам                              | 3       | 9               | -                                              | 2                    | 3                   | 6         | 11          |
| 6            | Групповые способы монтажа внутренних выводов к контактными площадкам кристалла | 3       | 11              | -                                              | 2                    | -                   | 8         | 10          |
| 7            | Оборудование для производства БИС                                              | 3       | 13              | -                                              | 2                    | 3                   | 6         | 11          |
| 8            | Особенности контроля сборочных операций                                        | 3       | 15              | -                                              | 2                    | 3                   | 6         | 11          |
| 9            | Способы и технологии герметизации                                              | 3       | 17              | -                                              | 2                    | -                   | 20        | 22          |
| <b>Итого</b> |                                                                                |         |                 |                                                | <b>18</b>            | <b>18</b>           | <b>72</b> | <b>108</b>  |

##### 4.1 Лекции не предусмотрены

## 4.2 Практические занятия

| Неделя семестра                                            | Тема и содержание практического занятия                                                                                                                                                                                             | Объем часов | В том числе в интерактивной форме |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------|
| <b>Конструктивные особенности и область применения БИС</b> |                                                                                                                                                                                                                                     | <b>6</b>    |                                   |
| 1                                                          | Конструктивные особенности БИС: высокая плотность размещения элементов; многоуровневая разводка; большой размер кристалла; высокая мощность потребления; большое количество выводов                                                 | 2           |                                   |
| 3                                                          | Область применения БИС: микроэлектронная аппаратура (функции обработки и хранения информации, автоматизации и управления технологическими процессами и т.д.).<br>Заказные и полузаказные БИС                                        | 2           |                                   |
| 5                                                          | Основные технологические процессы производства БИС. Ориентированное разделение пластин с сформированными элементами на кристаллы; закрепление кристаллов на основания корпусов, посадочных площадках выводных рамок и т.д.          | 2           |                                   |
| <b>Способы и технологии сборки</b>                         |                                                                                                                                                                                                                                     | <b>8</b>    |                                   |
| 7                                                          | Разработка технологии монтажа кристаллов на основания корпусов. Контрольная работа                                                                                                                                                  | 2           |                                   |
| 9                                                          | Анализ способов и технологии монтажа внутренних соединений между кристаллом и траверсами корпуса.                                                                                                                                   | 2           |                                   |
| 11                                                         | Групповые способы монтажа внутренних выводов к контактным площадкам кристалла. Сборка бескорпусных БИС на полиимидных носителях с алюминиевыми и медными выводами. Контрольная работа.                                              | 2           |                                   |
| 13                                                         | Оборудование для производства БИС: сборка и монтаж кристаллов с объемными выводами; сборка и монтаж кристаллов на полиимидном носителе.                                                                                             | 2           |                                   |
| <b>Контроль сборочных операций</b>                         |                                                                                                                                                                                                                                     | <b>4</b>    |                                   |
| 15                                                         | Особенности контроля сборочных операций. Разрушающий и неразрушающий методы контроля качества монтажа кристаллов и присоединения внутренних выводов.<br>Контроль и обеспечение качества в производстве БИС специального применения. | 2           |                                   |
| 17                                                         | Анализ способов и технологий герметизации. Герметизация изделий составами, не содержащими летучих компонентов; герметизация изделий растворами полиимидов. Контрольная работа.                                                      | 2           |                                   |
| <b>Итого часов</b>                                         |                                                                                                                                                                                                                                     | <b>18</b>   |                                   |

### 4.3 Лабораторные работы

| Неделя семестра                    | Наименование лабораторной работы                                                                                                                | Объем часов | В том числе в интерактивной форме (ИФ) | Виды контроля |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------|---------------|
| <b>Способы и технологии сборки</b> |                                                                                                                                                 | <b>6</b>    |                                        |               |
| 1                                  | Анализ структуры и химического состава покрытия кристаллов и корпусов после нанесения и технологических обработок                               | 3           |                                        | отчет         |
| 3                                  | Оценка смачивания и растекания припоя по паяемой поверхности                                                                                    | 3           |                                        | отчет         |
| <b>Контроль сборочных операций</b> |                                                                                                                                                 | <b>12</b>   |                                        |               |
| 5                                  | Контроль прочности соединений кристаллов с кристаллодержателями                                                                                 | 3           |                                        | отчет         |
| 9                                  | Подсчет площади непропаев в паяных соединениях «кристалл-корпус» по рентгенограммам                                                             | 3           |                                        | отчет         |
| 13                                 | Оценка прочности соединений внутренних выводов                                                                                                  | 3           |                                        | отчет         |
| 15                                 | Разработка маршрутной карты технологического процесса (ТП) сборки и монтажа интегральных схем на полиимидных носителях с алюминиевыми выводами. | 3           |                                        | отчет         |
| <b>Итого часов</b>                 |                                                                                                                                                 | <b>18</b>   |                                        |               |

### 4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

| Неделя семестра | Содержание СРС                                                       | Виды контроля      | Объем часов |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------|
| 1               | Подготовка к лабораторной работе. Самостоятельное изучение материала | Проверка отчета    | 6           |
| 3               | Подготовка к лабораторной работе. Самостоятельное изучение материала | Проверка отчета    | 6           |
| 5               | Подготовка к лабораторной работе. Самостоятельное изучение материала | Проверка отчета    | 6           |
| 7               | Подготовка к контрольной работе                                      | Контрольная работа | 8           |
| 9               | Подготовка к лабораторной работе. Самостоятельное изучение материала | Проверка отчета    | 6           |
| 11              | Подготовка к контрольной работе                                      | Контрольная работа | 8           |
| 13              | Подготовка к лабораторной работе. Самостоятельное изучение материала | Проверка отчета    | 6           |
| 15              | Подготовка к лабораторной работе. Самостоятельное изучение материала | Проверка отчета    | 6           |
| 17              | Подготовка к контрольной работе                                      | Контрольная работа | 8           |
| 18              | Подготовка к зачету                                                  | Зачет              | 12          |
| <b>ИТОГО</b>    |                                                                      |                    | <b>72</b>   |

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | <b>В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:</b>                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5.1 | <b>Практические занятия:</b> работа в команде - совместное обсуждение теоретических вопросов, решение творческих задач (метод Делфи); проведение контрольных работ;                                                                                                                                                                                |
| 5.2 | <b>Лабораторные работы:</b> - выполнение лабораторных работ,<br>- защита выполненных работ                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 5.3 | <b>Самостоятельная работа студентов:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– изучение теоретического материала,</li><li>– подготовка к лабораторным и практическим занятиям,</li><li>– работа с учебно-методической литературой,</li><li>– подготовка к текущему контролю успеваемости, к контрольным работам, тестированию и зачету</li></ul> |
| 5.4 | <b>консультации</b> 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

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>6.1</b> | <b>Контрольные вопросы и задания</b>                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 6.1.1      | Используемые формы текущего контроля: <ul style="list-style-type: none"><li>– контрольные работы;</li></ul>                                                                                                                                                                                  |
| 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.<br>Фонд оценочных средств представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины. |
| <b>6.2</b> | <b>Темы письменных работ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 6.2.1      | Контрольная работа по теме «Клеевые соединения кристалла к корпусу»                                                                                                                                                                                                                          |
| 6.2.2      | Контрольная работа по теме «Сборка БИС с использованием «паучковых» выводов»                                                                                                                                                                                                                 |
| 6.2.3      | Контрольная работа по теме «Способы герметизации БИС»                                                                                                                                                                                                                                        |

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| 7.1 Рекомендуемая литература                            |                                |                                                                                                                                                                              |                           |                |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------|
| № п/п                                                   | Авторы, составители            | Заглавие                                                                                                                                                                     | Годы издания. Вид издания | Обеспеченность |
| <b>7.1.1. Основная литература</b>                       |                                |                                                                                                                                                                              |                           |                |
| 7.1.1.1                                                 | Коледов Л.А.                   | Технология конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок. – М: Лань, 400 с.                                                                                          | 2009<br>Электрон.         | 1              |
| <b>7.1.2. Дополнительная литература</b>                 |                                |                                                                                                                                                                              |                           |                |
| 7.1.2.1                                                 | К. Пирс [и др.]                | Технология СБИС. В 2 кн. Кн. 1/ пер. с англ. Под ред. С. Зи. – М.: Мир, 404 с.                                                                                               | 1986<br>Печат.            | 0,25           |
| 7.1.2.2                                                 | К. Могэб [и др.]               | Технология СБИС. В 2 кн. Кн. 2/ пер. с англ. Под ред. С. Зи. – М.: Мир, 452 с.                                                                                               | 1986<br>Печат.            | 0,25           |
| 7.1.2.3                                                 | Красников Г.Я.,<br>Зайцев Н.А. | Физико-технологические основы обеспечения качества СБИС. Ч.1. – М.: Микрон – принт, 226 с.                                                                                   | 1999<br>Печат.            | 0,25           |
| <b>7.1.3 Методические разработки</b>                    |                                |                                                                                                                                                                              |                           |                |
| 7.1.3.1                                                 | Зенин В.В.,<br>Землянский А.И. | МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ № 412 по практическим занятиям по дисциплине «Перспективные технологические процессы и оборудование для производства ИС и 3D изделий микроэлектроники» | 2014,<br>Электр. ресурс   | 1,0            |
| <b>7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы</b> |                                |                                                                                                                                                                              |                           |                |
| 7.1.4.1                                                 |                                |                                                                                                                                                                              |                           |                |

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

|            |                                                                                                              |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>8.1</b> | Учебные лаборатории:                                                                                         |
| <b>8.2</b> | Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума и проекторами |
| <b>8.3</b> | Натурные лекционные демонстрации                                                                             |
| <b>8.4</b> | Плакаты и наглядные пособия из фонда кафедры ППЭНЭ                                                           |

**Карта обеспеченности рекомендуемой литературой  
по дисциплине «Сборочные операции в производстве больших инте-  
гральных схем»**

| <b>1 Рекомендуемая литература</b>     |                                |                                                                                            |                                              |                             |
|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>№<br/>п/п</b>                      | <b>Авторы,<br/>составители</b> | <b>Заглавие</b>                                                                            | <b>Годы<br/>издания.<br/>Вид<br/>издания</b> | <b>Обеспечен-<br/>ность</b> |
| <b>1.1. Основная литература</b>       |                                |                                                                                            |                                              |                             |
| 1.1.1                                 | Коледов Л.А.                   | Технология конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок. – М: Лань, 400 с.        | 2009<br>Элек-<br>трон.                       | 1,0                         |
| <b>1.2. Дополнительная литература</b> |                                |                                                                                            |                                              |                             |
| 1.2.1                                 | К. Пирс [и др.]                | Технология СБИС. В 2 кн. Кн. 1/ пер. с англ. Под ред. С. Зи. – М.: Мир, 404 с.             | 1986<br>Печат.                               | 0,25                        |
| 1.2.2                                 | К. Могэб [и др.]               | Технология СБИС. В 2 кн. Кн. 2/ пер. с англ. Под ред. С. Зи. – М.: Мир, 452 с.             | 1986<br>Печат.                               | 0,25                        |
| 1.2.3                                 | Красников Г.Я.,<br>Зайцев Н.А. | Физико-технологические основы обеспечения качества СБИС. Ч.1. – М.: Микрон – принт, 226 с. | 1999<br>Печат.                               | 0,25                        |

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**

**Сборочные операции в производстве больших интегральных схем**

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 |
|----------------------------|---------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------|
|                            |               |                                                  |                                   |                                                      |                         |