

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 факуль-  
тета заочного обучения

проф. Подоприхин М.Н. \_\_\_\_\_

(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 **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

### 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): 104; Часов по РПД: 104;**

**Часов на самостоятельную работу по УП: 94 (87 %);**

**Часов на самостоятельную работу по РПД: 94 (87 %)**

**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:** 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 |                                               |     |        |     |        |     |        |     |        |     |        |     | 6      | 6   |        |     | 6     | 6   |
| Практические |                                               |     |        |     |        |     |        |     |        |     |        |     |        |     |        |     |       |     |
| Ауд. занятия |                                               |     |        |     |        |     |        |     |        |     |        |     | 10     | 10  |        |     | 10    | 10  |
| Сам. работа  |                                               |     |        |     |        |     |        |     |        |     |        |     | 94     | 94  |        |     | 94    | 94  |
| Итого        |                                               |     |        |     |        |     |        |     |        |     |        |     | 104    | 104 |        |     | 104   | 104 |

**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):** \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 11.03.04 “Электроника и нанoeлектроника”, профиль “Микроэлектроника 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   | <b>Целью освоения</b> дисциплины является изучение комплекса практических и теоретических знаний, позволяющих студентам ориентироваться в перспективных технологиях изготовления полупроводниковых приборов |
| 1.2   | <b>Для достижения цели ставятся задачи:</b>                                                                                                                                                                 |
| 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.14 |
| <b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>                                                 |                                                   |                                 |
| Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь знания, полученные при изучении дисциплин                |                                                   |                                 |
| Б1.Б.19                                                                                                         | «Основы технологии электронной компонентной базы» |                                 |
| <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-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   | <b>Знать:</b>                                                                                  |
| 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) |

|            |                                                                                                                                     |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>                                                                                                                       |
| 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);                                                  |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>                                                                                                                     |
| 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       |                 | 0,5                                            | -                    |                     | 10        | 10,5        |
| 2            | Процессы сухого травления материалов в производстве мегабитовых ДОЗУ                                                                     | 7       |                 | 0,5                                            | -                    |                     | 10        | 10,5        |
| 3            | Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ). Тенденции и перспективы развития способов и оборудования литографии малых размеров.                 | 7       |                 | 0,5                                            | -                    |                     | 10        | 10,5        |
| 4            | Импульсная обработка полупроводниковых материалов.                                                                                       | 7       |                 | 0,5                                            | -                    |                     | 10        | 10,5        |
| 5            | Пайка кристаллов и плат к основаниям.                                                                                                    | 7       |                 | 0,5                                            | -                    | 2                   | 10        | 12,5        |
| 6            | Присоединение электродных выводов. Влияние конструктивно-технологических факторов на качество микросоединений полупроводниковых изделий. | 7       |                 | 0,5                                            | -                    | 2                   | 10        | 12,5        |
| 7            | Сборка силовых полупроводниковых приборов. Контроль микросоединений изделий электронной техники.                                         | 7       |                 | 0,5                                            | -                    | 2                   | 10        | 12,5        |
| 8            | Герметизация полупроводниковых приборов, ИС и микросборок в корпуса. Поверхностный монтаж компонентов.                                   | 7       |                 | 0,5                                            | -                    |                     | 10        | 10,5        |
| 9            | Подготовка к зачету. Зачет                                                                                                               | 7       |                 |                                                |                      |                     | 14        | 14          |
| <b>Итого</b> |                                                                                                                                          |         |                 | <b>4</b>                                       |                      | <b>6</b>            | <b>94</b> | <b>104</b>  |

## 4.1 Лекции

| № п/п                                                     | Тема и содержание лекции                                                                                | Объем часов | В том числе, в интерактивной форме (ИФ) |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|
| <b>Перспективные материалы и конструкции инструментов</b> |                                                                                                         | <b>1</b>    |                                         |
| 1                                                         | Перспективные материалы для производства ПП                                                             |             |                                         |
| 2                                                         | Проволока микронных размеров для монтажа внутренних соединений                                          |             |                                         |
| 3                                                         | Перспективные конструкции инструментов для сварки внутренних выводов СПП. Контрольная работа            |             |                                         |
| <b>Пайка кристаллов бессвинцовыми композициями</b>        |                                                                                                         | <b>1</b>    |                                         |
| 4                                                         | Способы и технологии пайки кристаллов бессвинцовыми композициями                                        |             |                                         |
| <b>Монтаж внутренних выводов</b>                          |                                                                                                         | <b>1</b>    |                                         |
| 5                                                         | Способы присоединения проволочных выводов                                                               |             |                                         |
| 6                                                         | Сборка силовых полупроводниковых приборов с использованием ленточных выводов (HARB). Контрольная работа |             |                                         |
| 7                                                         | Контроль качества монтажа кристаллов и внутренних соединений                                            |             |                                         |
| <b>Способы охлаждения и герметизация ПП</b>               |                                                                                                         | <b>1</b>    |                                         |
| 8                                                         | Способы охлаждения ПП и конструкции термоотводов                                                        |             |                                         |
| 9                                                         | Герметизации ПП. Современное оборудования для производства ПП                                           |             |                                         |
| <b>Итого часов</b>                                        |                                                                                                         | <b>6</b>    |                                         |

## 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 |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------|---------------|
| <b>Способы и технологии пайки кристаллов бессвинцовыми композициями</b> |                                                  | <b>2</b>    |                                        | отчет         |
| 1                                                                       | Монтаж кристаллов клеями и пастами               |             |                                        |               |
| 2                                                                       | Пайка кристаллов локальным нагревом              |             |                                        |               |
| <b>Способы присоединения проволочных выводов</b>                        |                                                  | <b>2</b>    |                                        | отчет         |
| 3                                                                       | Сварка внутренних соединений ПП на основе SiC    |             |                                        |               |
| <b>Контроль качества монтажа кристаллов и внутренних соединений</b>     |                                                  | <b>2</b>    |                                        | отчет         |
| 4                                                                       | Оценка прочности соединений кристалла с корпусом |             |                                        |               |
| <b>Итого часов</b>                                                      |                                                  | <b>6</b>    |                                        |               |

## 4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

| № п/п | Содержание СРС                   | Виды контроля      | Объем часов |
|-------|----------------------------------|--------------------|-------------|
| 1     | Подготовка к контрольной работе  | контрольная работа | 10          |
| 2     | Подготовка к лабораторной работе | отчет              | 10          |

|              |                                         |                    |           |
|--------------|-----------------------------------------|--------------------|-----------|
| 3            | Работа с научно-технической литературой |                    | 10        |
| 4            | Подготовка к лабораторной работе        | отчет              | 10        |
| 5            | Работа с научно-технической литературой |                    | 10        |
| 6            | Подготовка к лабораторной работе        | отчет              | 10        |
| 7            | Подготовка к контрольной работе         | контрольная работа | 10        |
| 8            | Работа с научно-технической литературой |                    | 10        |
| 9            | Подготовка к зачету                     | зачет              | 14        |
| <b>Итого</b> |                                         |                    | <b>94</b> |

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | <b>В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 5.1 | <b>Лекции:</b> информационные лекции, лекции – визуализации, проблемные лекции                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5.3 | <b>Лабораторные работы:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выполнение лабораторных работ,</li> <li>- защита выполненных работ;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                       |
| 5.4 | <b>Самостоятельная работа студентов:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– изучение теоретического материала,</li> <li>– подготовка к лекциям и лабораторным занятиям,</li> <li>– работа с учебно-методической литературой,</li> <li>– оформление конспектов лекций,</li> </ul> подготовка к текущему контролю успеваемости, к контрольным работам |
| 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> <li>- отчет и защита лабораторных работ</li> </ul>                                                                                                                                                             |
| 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.<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 «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 |
| <b>7.1.1. Основная литература</b>                       |                                |                                                                                                                                                                                                      |                                 |                |
| 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<br>Печат., электрон        | 0,3<br>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<br>Печат., электрон        | 0,3<br>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<br>Печат., электрон        | 0,3<br>1       |
| <b>7.1.2. Дополнительная литература</b>                 |                                |                                                                                                                                                                                                      |                                 |                |
| 7.1.2.1                                                 | Зенин В. В.                    | Монтаж кристаллов и внутренних выводов в производстве полупроводниковых изделий                                                                                                                      | 2013,<br>Электр. ресурс         | 1,0            |
| <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>№412<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 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 «Перспективные технологические процессы и оборудо-  
вание для производства полупроводниковых приборов»**

| <b>7.1 Рекомендуемая литература</b>     |                                |                                                                                                                                                                                                                    |                                                |                             |
|-----------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>№<br/>п/п</b>                        | <b>Авторы,<br/>составители</b> | <b>Заглавие</b>                                                                                                                                                                                                    | <b>Годы из-<br/>дания.<br/>Вид<br/>издания</b> | <b>Обеспе-<br/>ченность</b> |
| <b>7.1.1. Основная литература</b>       |                                |                                                                                                                                                                                                                    |                                                |                             |
| 1                                       | Ефимов И.Е.                    | Основы микроэлектроники : Учебник / И.Е. Ефимов, И.Я. Козырь. – 3-е изд., стереотип. – СПб. : Лань, - 384 с.                                                                                                       | 2008<br>Печат.,<br>элек-<br>трон               | 0,3<br><br>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<br>Печат.,<br>элек-<br>трон               | 0,3<br><br>1                |
| 3                                       | Пасынков В.В.                  | Полупроводниковые приборы : Учеб. посо-<br>бие / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - М. :<br>Лань, 2009. - 480 с. : ил. - (Учебники для<br>вузов. Специальная литература). - (Допущ.<br>МО). - ISBN 978-5-8114-0368-4. | 2009<br>Печат.,<br>элек-<br>трон               | 0,3<br><br>1                |
| <b>7.1.2. Дополнительная литература</b> |                                |                                                                                                                                                                                                                    |                                                |                             |
| 4                                       | Зенин В. В.                    | Монтаж кристаллов и внутренних выводов<br>в производстве полупроводниковых изде-<br>лий                                                                                                                            | 2013,<br>Электр.<br>ресурс                     | 1,0                         |
| <b>7.1.3 Методические разработки</b>    |                                |                                                                                                                                                                                                                    |                                                |                             |
| 5                                       | Зенин В.В.,<br>Землянский А.И. | МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ № 412 по<br>практическим занятиям по дисциплине<br>«Перспективные технологические процессы<br>и оборудование для производства ИС и 3D<br>изделий микроэлектроники»                           | 2014,<br>№412<br>Электр.<br>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 |
|----------------------------|---------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------|
|                            |               |                                                  |                                   |                                                      |                         |