

Министерство образования и науки Российской Федерации

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ  
(ТУСУР)

Кафедра радиоэлектронных технологий и  
экологического мониторинга  
(РЭТЭМ)

**Утверждаю**  
Зав. кафедрой РЭТЭМ

\_\_\_\_\_ В.И. Туев  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

ПОДГОТОВКА К СДАЧЕ И СДАЧА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

Методические указания для подготовки студентов к сдаче государственного экзамена по направлению подготовки бакалавров 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»

Разработчики:

Зав. каф. РЭТЭМ д.т.н.

\_\_\_\_\_ В. И. Туев

Ассистент каф. РЭТЭМ

\_\_\_\_\_ А. Ю. Олисовец

Туев В.И., Олисовец А.Ю. Государственный экзамен: учебно-методическое пособие по подготовке и сдаче государственного экзамена по направлению подготовки бакалавров 11.03.03 – «Конструирование и технология электронных средств». Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2017. – 12 с.

В настоящих методических материалах приведены вопросы к государственному экзамену. Пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 11.03.03 – «Конструирование и технология электронных средств».

© Кафедра РЭТЭМ Томского  
государственного университета систем  
управления и радиоэлектроники, 2017

## **Оглавление**

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	4
2. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА .....	6
2.1 Вопросы по дисциплине «Технология производства электронных средств» .....	6
2.2 Вопросы по дисциплине «Теоретические основы технологии радиоэлектронных средств» ...	7
2.3 Вопросы по дисциплине «Моделирование и оптимизация технологических процессов РЭС»	8
2.4 Вопросы по дисциплине «Основы конструирования электронных средств» .....	9
2.5 Вопросы по дисциплине «Физические основы микро-и наноэлектроники».....	10
СПИСОК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	11

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Государственный экзамен по направлению подготовки бакалавров 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» как контроль результатов теоретической части обучения и готовности студента к выполнению итоговой квалификационной работы предусматривает проверку знаний по общетехническим и специальным дисциплинам.

Перед государственным экзаменом проводятся обязательные консультации по вопросам, включенные в данные методические указания.

Сдача государственного экзамена проводится на открытых заседаниях экзаменационной комиссии. Государственный экзамен проводится в устной форме.

При проведении государственного экзамена экзаменационный билет установленного образца (см. рис. 1) студент выбирают случайным образом. Билеты содержат вопросы, составленные в соответствии с разработанным и утвержденным выпускающими кафедрами КИПР, КУДР и РЭТЭМ. На подготовку к ответу первому студенту предоставляется до 45 минут, остальные студенты отвечают в порядке очереди.

<b>ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)</b>	<b>Утверждено</b>
	Зав кафедрой _____ _____ (подпись) (ФИО) «__» _____ 20__ г.
<b>Радиоконструкторский факультет (РКФ)</b>	
<b>ИТОГОВЫЙ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН</b> по направлению подготовки бакалавра 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» Профиль: _____	
<b>БИЛЕТ № _____</b>	
1. Сущность и перспективы интегральной электроники.	
2. Стадии разработки конструкторской документации изделий РЭС, определенные ГОСТ 2.103-2011.	
3. Технологическая подготовка производства.	
Составил _____ _____ (подпись) (ФИО)	

Рисунок 1. – Образец экзаменационного билета

После завершения ответа члены экзаменационной комиссии могут задавать студенту дополнительные вопросы, не выходящие за пределы

программы государственного экзамена. На ответ студента по билету и вопросы членов комиссии отводится не более 30 минут.

В период подготовки к итоговому государственному экзамену студентам должны быть предоставлены необходимые консультации по дисциплинам, вошедшим в программу государственного экзамена, проведены обзорные лекции.

Присутствие посторонних лиц на государственном экзамене допускается только с разрешения ректора вуза.

В программу государственного включены вопросы по следующим дисциплинам:

1. Технология производства электронных средств.
2. Теоретические основы технологии радиоэлектронных средств.
3. Моделирование и оптимизация технологических процессов РЭС.
4. Основы конструирования электронных средств.
5. Физические основы микро- и нанoeлектроники.

Данные методические указания построены таким образом, что студент имеет возможность ознакомиться со списком вопросов по вышеперечисленным дисциплинам, а также с литературой, освоив которую, сможет успешно подготовиться к сдаче экзамена.

## **2. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА**

### **2.1 Вопросы по дисциплине «Технология производства электронных средств»**

1. Штамповочные операции в технологии конструктивных элементов ЭС (печатной плате, передней панели и др.).

2. Классификация печатных плат и методов их изготовления: основные определения и технические требования, предъявляемые к печатным платам; конструкционные материалы для производства печатных плат и их характеристики.

3. Особенности изготовления многослойных и гибких печатных плат: классификация методов изготовления печатных плат (метод металлизации сквозных отверстий, попарного прессования), их сравнительные характеристики; прессование многослойных печатных плат; особенность технологии гибких печатных плат, гибких печатных кабелей и шлейфов; контроль и испытание печатных плат.

4. Субтрактивные и аддитивные методы изготовления печатных плат: химический, комбинированный, полуаддитивный, аддитивный и его разновидности.

5. Особенности построения пространственно-временной структуры сборки и монтажа аппаратуры: основные понятия и принципы построения ТП сборки и монтажа, типовые и групповые ТП сборки и монтажа.

6. Основы пайки. Технология выполнения пайки.

7. Основы сварки. Методы выполнения сварных монтажных соединений.

8. Технология поверхностного монтажа компонентов.

9. Способы герметизации ЭС и технологические требования, предъявляемые к качеству. Материалы, применяемые для герметизации, их технологические характеристики и правила выбора.

10. Виды технического контроля. Технологические испытания.

### **Основная литература**

1. Юрков Н.К. Технология производства электронных средств: учебник. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 480 с. [Электронный ресурс]. - <http://e.lanbook.com/view/book/41019/>, дата обращения: 21.02.2017.

### **Дополнительная литература**

1. Коледов Л.А. Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок – СПб., М., Краснодар: Издательство «Лань», 2009. – 400с. [Электронный ресурс]. -

## **2.2 Вопросы по дисциплине «Теоретические основы технологии радиоэлектронных средств»**

1. Основные понятия, определения ЕСТД, ЕСТПП. Общие принципы разработки и построения ЕСТД.
2. Технологические системы и особенности их организации. Общая характеристика, структура и показатели эффективности технологической системы.
3. Общая характеристика РЭА как объекта производства. Технология РЭС как сложная система.
4. Единичный технологический процесс (ЕТП). Типовой технологический процесс (ТТП). Принципы типизации технологических процессов.
5. Групповой технологический процесс (ГТП), принцип группирования предметов производства с учетом основных факторов организации производства.
6. Этапы разработки технологических процессов: анализ исходных данных для разработки ТП; классификация и группирование объектов производства; количественная оценка групп объектов производства; анализ типовых представителей; выбор действующего ТТП, ГТП или ЕТП; составление технологического маршрута.
7. Основные задачи, решаемые на этапах проектирования единичных, групповых и типовых технологических процессов.
8. Основные задачи, решаемые на этапах проектирования перспективных технологических процессов.
9. Физико- технологические основы пайки. Взаимосвязь конструкции паяных соединений и режимов пайки. Выбор припоев.
10. Сварка, физическое содержание процессов сварки, их технологические характеристики и возможности.

### **Основная литература**

1. Юрков Н.К. Технология производства электронных средств: учебник. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 480 с. [Электронный ресурс]. - <http://e.lanbook.com/view/book/41019/>, дата обращения: 21.02.2017.

## Дополнительная литература

1. Проектирование и технология печатных плат: Учебник для вузов/ Е. В. Пирогова. -М.: Форум, 2005; М.: Инфра-М, 2005. - 559 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 77 экз.).
2. Печатные платы. Конструкции и материалы: Монография/ А. М. Медведев. - М.: Техносфера, 2005. - 302 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 83 экз.).

### 2.3 Вопросы по дисциплине «Моделирование и оптимизация технологических процессов РЭС»

1. Основы теории подобия. Геометрическое подобие.
2. Общее аффинное преобразование. Типы моделирующих систем.
3. Линейная регрессия от одного параметра. Виды регрессии.
4. Параболическая регрессия. Трансцендентные регрессии. Представление регрессивного анализа в матричной форме.
5. Примеры. Основы корреляционного анализа. Корреляционное отношение. Коэффициент линейной корреляции. Метод множественной корреляции.
6. Построение множественной регрессии методом Брандона.
7. Активный эксперимент. План 2К.
8. Поисковые методы оптимизации. Сходимость алгоритмов поиска.
9. Оптимизация методом крутого восхождения. Методы покоординатного спуска (подъема).
10. Композиционные планы Бокса. Рототабельные центральные композиционные планы.

## Основная литература

1. Смирнов, Г. В. Моделирование и оптимизация объектов и процессов: Учебное пособие для магистрантов [Электронный ресурс] / Смирнов Г. В. — Томск: ТУСУР, 2016. — 216 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6495>, дата обращения: 21.02.2017.

## Дополнительная литература

1. Смирнов, Д. Г. Моделирование и оптимизация технологических процессов РЭС: Учебное методическое пособие [Электронный ресурс] / Смирнов Д. Г., Смирнов Г. В. — Томск: ТУСУР, 2012. — 99 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1795>, дата обращения: 21.02.2017.

## **2.4 Вопросы по дисциплине «Основы конструирования электронных средств»**

1. Единство процесса схемотехнического проектирования, конструирования и технологии производства РЭС, его связь с научно-техническим прогрессом.
2. РЭС - как техническая система. Системный подход - методологическая основа проектирования конструкций и технологий РЭС.
3. Структурные уровни РЭС, уровни разукрупнения, элементная и конструктивная базы. Типовые конструкции РЭС.
4. Нормативная база проектирования, конструкторские документы, виды и комплектность, обозначение.
5. Основы конструирования и технология микросборок.
6. Компоновка РЭС как промежуточное конструктивное решение. Методы компоновки радиоаппаратуры.
7. Электрические соединения и монтаж в конструкциях РЭС.
8. Классификация конструкторско – технологических методов реализации электрических соединений в РЭС.
9. Основные способы защиты РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды.
10. Принципы экранирования электрических и магнитных полей.

### **Основная литература**

1. Основы проектирования электронных средств: Учебное пособие / Козлов В. Г., Чернышев А. А., Кобрин Ю. П. - 2012. 149 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2783>, свободный, дата обращения: 21.02.2017.

### **Дополнительная литература**

1. Автоматизация конструкторского и технологического проектирования: Учебное методическое пособие / Е. Ф. Жигалова; - Томск: ТУСУР, 2007. - 182 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.).
2. Уваров А.С. Р-CAD. Проектирование и конструирование электронных устройств / А. С. Уваров. - М. : Горячая линия-Телеком, 2004. - 760 с . (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.).
3. Ненашев А. П. Конструирование радиоэлектронных средств : Учебник для вузов / - М. : Высшая школа, 1990. - 431с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 24 экз.).
4. Обеспечение тепловых режимов при конструировании радиоэлектронной аппаратуры: учебное пособие / Л. Л. Роткоп, Ю. Е. Спокойный. - М. : Советское радио, 1976. - 232 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.).

## 2.5 Вопросы по дисциплине «Физические основы микро-и наноэлектроники»

1. Равновесная концентрация носителей заряда, уровень Ферми. Зависимость концентрации носителей заряда от температуры.
2. Неравновесные носители заряда. Понятие о квазиуровнях Ферми. Рекомбинация, ее механизмы.
3. Излучательная рекомбинация. Основные полупроводники, применяемые в микроэлектронике (кремний, германий, арсенид галлия), их свойства.
4. Диффузионная и дрейфовая составляющие тока. Коэффициент диффузии носителей заряда.
5. Влияние электрического поля на функцию распределения носителей заряда. Дрейфовая скорость.
6. Рассеяние на дефектах кристаллической решетки. Температурные зависимости подвижности и концентрации носителей заряда в металлах.
7. Работа выхода электронов из металлов и полупроводников. Термоэлектронная эмиссия.
8. Приконтактные слои обеднения, обогащения, инверсии. Эффект Шоттки.
9. Резкий и плавный p-n переходы. Толщина обедненного слоя.
10. Зарядная и диффузионная емкости p-n перехода. Пробой p-n перехода и его механизмы (лавинный, туннельный, тепловой).

### Основная литература

1. Епифанов Г. И. Физика твердого тела: Учебное пособие для вузов. - СПб. Лань, 2011. -288с. 978-5-8114-1001-9ISBN. Электронный учебник: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2023](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2023), дата обращения: 21.02.2017.

### Дополнительная литература

1. С. Зи "Физика полупроводниковых приборов".- М., Мир, 1984, 1 том (450 с.), 2 том (450 с.). (14 экз.).
2. Драгунов ВП., Неизвестный И.Г., Гридчин В.А. Основы наноэлектроники: учебное пособие для вузов – М.:Физматкнига, 2006. – 494 с. (30 экз.).
3. Боргардт Н.И., Гаврилов С.А., Герасименко Н.Н. и др. Нанотехнологии в электронике. –М.: Техносфера, 2005. – 446 с. (20 экз.).

4. Ефимов И. Е., Козырь И. Я., Горбунов Ю. И. "Микроэлектроника. Физические и технологические основы, надежность": Учебное пособие для вузов – М. ВШ, 1986. – 464 с. (52 экз.).

Ниже приведен список рекомендуемой литературы

## **СПИСОК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Основы проектирования электронных средств: Учебное пособие / Козлов В. Г., Чернышев А. А., Кобрин Ю. П. - 2012. 149 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2783>, дата обращения: 21.02.2017.

2. Смирнов, Г. В. Моделирование и оптимизация объектов и процессов: Учебное пособие для магистрантов [Электронный ресурс] / Смирнов Г. В. — Томск: ТУСУР, 2016. — 216 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6495>, дата обращения: 21.02.2017.

3. Юрков Н.К. Технология производства электронных средств: учебник. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 480 с. [Электронный ресурс]. - <http://e.lanbook.com/view/book/41019/>, дата обращения: 21.02.2017.

4. Епифанов Г. И. Физика твердого тела: Учебное пособие для вузов. - Спб. Лань, 2011. - 288с. 978-5-8114-1001-9ISBN. [Электронный ресурс]. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2023](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2023), дата обращения: 21.02.2017.

5. Печатные платы. Конструкции и материалы: Монография/ А. М. Медведев. - М.: Техносфера, 2005. - 302 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 83 экз.).

6. Проектирование и технология печатных плат: Учебник для вузов/ Е. В. Пирогова. -М.: Форум, 2005; М.: Инфра-М, 2005. - 559 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 77 экз.)

7. Обеспечение тепловых режимов при конструировании радиоэлектронной аппаратуры: учебное пособие / Л. Л. Роткоп, Ю. Е. Спокойный. - М. : Советское радио, 1976. - 232 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.).

8. Ненашев А. П. Конструирование радиоэлектронных средств : Учебник для вузов / - М. : Высшая школа, 1990. - 431с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 24 экз.).

9. Уваров А.С. P-CAD. Проектирование и конструирование электронных устройств / А. С. Уваров. - М. : Горячая линия-Телеком, 2004. - 760 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.).

10. Ефимов И. Е., Козырь И. Я., Горбунов Ю. И. "Микроэлектроника. Физические и технологические основы, надежность": Учебное пособие для вузов – М. ВШ, 1986.- 464 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 52 экз.).

11. Боргардт Н.И., Гаврилов С.А., Герасименко Н.Н. и др. Нанотехнологии в электронике. –М.: Техносфера, 2005. -446 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.).

12. Драгунов В.П., Неизвестный И.Г., Гридчин В.А. Основы наноэлектроники: учебное пособие для вузов – М.:Физматкнига, 2006. – 494 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.).

13. С. Зи "Физика полупроводниковых приборов".- М., Мир, 1984, 1 том (450 с.), 2 том (450 с.). (наличие в библиотеке ТУСУР - 14 экз.).

14. Коледов Л.А. Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок – СПб., М., Краснодар: Издательство «Лань», 2009. – 400 с. [Электронный ресурс]. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=192](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=192), дата обращения: 21.02.2017.

15. Моделирование и оптимизация технологических процессов РЭС: Учебное методическое пособие / Смирнов Д. Г., Смирнов Г. В. - 2012. 99 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1795>, дата обращения: 21.02.2017.

16. Разработка и применение технологических процессов: Учебно-методическое пособие / Христюков В. Г. - 2012. 32 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2017>, дата обращения: 21.02.2017.

17. Автоматизация конструкторского и технологического проектирования: Учебное методическое пособие / Е. Ф. Жигалова; - Томск: ТУСУР, 2007.-182 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.).