

**Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной и воспитательной работе  
\_\_\_\_\_ С.К. Дик  
04.05.2016

**ПРОГРАММА  
вступительных экзаменов в магистратуру  
по специальности 1-39 81 01 Компьютерные технологии  
проектирования электронных систем**

Минск 2016

Программа вступительного экзамена составлена в соответствии с квалификационными требованиями, предъявляемыми к уровню подготовки специалистов на второй ступени высшего образования

#### СОСТАВИТЕЛИ:

**В.Ф. Алексеев** – канд.техн.наук, доцент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

**И.Н. Цырельчук** – канд.техн.наук, доцент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», заведующий кафедрой;

**С.К. Дик** – канд.физ.-мат.наук, доцент кафедры электронной техники и технологии учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», проректор по учебной и воспитательной работе;

**В.Е. Матюшков** – д-р техн. наук, профессор кафедры проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», главный инженер ОАО «КБТЭМ-ОМО»;

**Т.В. Петлицкая** – канд.техн.наук, доцент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», начальник сектора ОАО «ИНТЕГРАЛ» Филиал «Белмикросистемы»;

**В.Ф. Гременок** – д-р физ.-мат наук, профессор кафедры электронной техники и технологии учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», заведующий лабораторией «Физики твердого тела» Государственного научно-производственного объединения «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по материаловедению».

#### РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 20 от 11.04.2016)

Заведующий кафедрой ПИКС

И.Н.Цырельчук

## **1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ КОНСТРУКЦИЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ<sup>1</sup>**

Сущность процесса проектирования. Основные требования к проектированию современных электронных систем (ЭС). Противоречия между расширением функциональных возможностей и ограничениями на габариты, массу, технологией изготовления и другим показателями. Состав, структура и характеристика ЭС как объекта производства. Конструирование и технология как процесс проектирования с обратной связью.

Классификация электронных систем по назначению, объекту установки, условиям применения и конструктивным признакам. Взаимосвязь конструкций ЭС и технологии их производства.

Классификация условий эксплуатации электронных систем. Характеристика дестабилизирующих факторов и их влияние на работоспособность радиоэлектронных средств. Основные требования к проектированию ЭС в части видов воздействующих климатических факторов внешней среды. Номинальные и эффективные значения климатических факторов внешней среды при эксплуатации. Воздействие ветра и гололеда. Воздействие влаги, пыли, солнечной радиации, ионизирующих излучений и биологических факторов. Воздействие электромагнитных полей. Особенности проектирование ЭС с учетом климатического исполнения и категории изделий.

Стратегии проектирования. Методы решения конструкторско-технологических задач: понятие методов проектирования, элементарные методы, методы синтеза и анализа. Преимущества и трудности системного подхода к проектированию радиоэлектронных средств. Поиск конструкторско-технологических решений.

## **2. ОСНОВНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ СТАДИЙ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ**

Формы организационного построения конструкторско-технологической подготовки производства.

Техническое задание на проектирование и постановку продукции на производство. Технические требования и ограничения. Требования к эксплуатационным, электрическим и конструкторским параметрам и характеристикам. Показатели качества конструкции: абсолютные, относительные, удельные и комплексные. Взаимосвязь конструкции электронной системы с определяющими факторами и тактико-техническими требованиями.

Стадии разработки конструкторской документации: техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект, разработка рабочей документации.

---

<sup>1</sup> В зависимости от специальности, которую имеет выпускник вуза, поступающий в магистратуру при ответе на экзамене в качестве электронных систем может рассматривать: радиоэлектронные средства (радиоэлектронную аппаратуру), радиоэлектронные системы, электронные вычислительные системы, средства технического обеспечения безопасности, технические средства защиты информации, средства медицинской электроники, средства электронного и оптического аппаратостроения, средства измерений электрических и магнитных величин и др.

### **3. ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ**

Обзор программного обеспечения для компьютерного анализа физических процессов, протекающих в конструкциях ЭС, моделирования тепловых процессов и электромагнитной совместимости электронных устройств.

Графические и знаковые модели: общие положения; общие правила построения и использования. Методы теории подобия и моделирования. Анализ размерностей. П-теорема. Метод подобия.

Преобразование – определяющий физический эффект работы и конструкций ЭС. Обобщающая физическая модель ЭС. Принципы описания конструкций в обобщенных параметрах.

Методика обобщенного исследования преобразования потоков энергии в ЭС. Физические эффекты, возникающие в конструкции ЭС, в процессе ее функционирования. Постановка краевых задач. Метод разделения переменных. Метод интегральных преобразований: преобразование Фурье, преобразование Лапласа. Операционный метод. Метод функции Грина. Метод конечных разностей.

### **4. ТЕПЛОМАССОБМЕН ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ**

Общие сведения о теплообмене. Основные определения и терминология. Теплоотдача при свободном движении жидкости. Критериальные уравнения. Расчетные формулы теплоотдачи различных тел в неограниченном пространстве. Теплоотдача в ограниченном пространстве. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости вдоль плоской поверхности.

Тепловая чувствительность элементов электронных систем: конструкционные материалы, пластические материалы, радиокерамические материалы, магнитные материалы, резисторы, конденсаторы, полупроводниковые материалы, интегральные микросхемы, средства индикации.

Теплообмен теплопроводностью. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Закон Фурье. Теплопроводность плоской стенки. Теплопроводность цилиндрической стенки. Теплопроводность сферической поверхности. Теплопроводность плоской стенки с внутренним источником теплоты. Теплопроводность цилиндрической стенки с внутренним источником теплоты. Теплопроводность многослойной стенки. Теплопроводность в ребре постоянного сечения. Теплопроводность стержня. Тепловое сопротивление. Конвективный теплообмен. Основы теории подобия. Критериальные уравнения. Теплоотдача в неограниченном пространстве. Частные случаи конвективного теплообмена.

Теплообмен излучением. Закон Планка, закон Релея-Джинса, закон Вина. Закон Стефана-Больцмана. Закон Ламберта. Излучение черных тел, «серое» тело. Закон Кирхгофа для излучения. Теплообмен излучением между параллельными пластинами, разделенными прозрачной средой.

Задачи теплового режима ЭС, приводящие к уравнениям параболического и эллиптического типов. Постановка краевых задач. Метод разделения переменных в приложении к тепловым расчетам интегральных схем. Опера-

ционные методы для расчета нестационарных тепловых режимов. Метод конечных интегральных преобразований при расчетах температуры элементов интегральных схем.

Тепловые модели конструкций радиоэлектронных средств. Методы перехода от реальных конструкций к их тепловым моделям. Принцип местного влияния, принцип суперпозиции тепловых полей.

Температурные режимы различных конструкций электронных систем. Выбор способа охлаждения на ранней стадии проектирования. Инженерные методики расчетов тепловых режимов. Системы обеспечения тепловых режимов электронных систем. Классификация систем охлаждения ЭС. Элементы и устройства систем обеспечения тепловых режимов. Особенности проектирования ЭС с учетом тепло- и массообмена.

Автоматизация теплового проектирования.

## **5. МЕХАНИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ В КОНСТРУКЦИЯХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ**

Параметры гармонических и случайных вибраций. Параметры ударных нагрузок и акустических шумов. Методы измерения параметров механических воздействий.

Виды реакций конструкций электронных систем на механические воздействия. Реакция резисторов и конденсаторов на механические воздействия. Реакция катушек индуктивности, жгутовых и кабельных соединений на механические воздействия. Реакция разъемных и контактных соединений на механические воздействия. Производственные механические воздействия.

Динамические характеристики конструкций и элементов электронных систем. Основные динамические характеристики блоков электронных систем. Определение собственных частот блоков электронных систем. Определение собственных частот ЭРЭ. Расчет собственных частот печатных плат.

Способы виброзащиты конструкций электронных систем. Виброзащита полупроводниковых приборов и ЭРЭ. Использование заливки и вибропоглощающих покрытий. Схемы монтажа блоков на виброизоляторах. Разновидности конструкций виброизоляторов. Статический расчет системы виброизоляции. Динамический расчет системы виброизоляции. Реакция электронных систем на ударные нагрузки. Динамический расчет системы изоляции ударных нагрузок. Методы расчета конструкций с использованием ЭВМ.

## **6. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАЩИТЫ КОНСТРУКЦИЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ОТ ВЛАГИ**

Атмосферная коррозия деталей. Стойкость материалов к атмосферной коррозии. Влагостойкость металлов и пластмасс. Процесс растворимости воды в полимерах. Закон Генри.

Термопластичные органические материалы и их характеристики. Терморезистивные органические материалы и их характеристики.

Защита от влаги с помощью покрытий. Металлические покрытия. Цинковое покрытие, кадмиевое покрытие, никелевое покрытие, хромовое покрытие.

тие, медное покрытие, оловянное покрытие, покрытия благородными металлами. Анодно-окисные покрытия. Химические окисные покрытия. Лакокрасочные покрытия и их свойства.

Герметизация конструкций электронных систем. Классификация методов герметизации, их техническая характеристика. Физико-технологические основы процессов пропитки, заливки, обволакивания. Материалы для герметизации и их технологические свойства.

Герметизация в вакуумно-плотные корпуса. Методы получения герметичных соединений. Неразъемная герметизация сваркой и пайкой. Прходные изоляторы для герметизированных корпусов. Автоматизация и механизация процессов. Качество и надёжность изделий, контроль и испытания.

Разъемная герметизация. Особенности проектирования металлических уплотнителей. Особенности проектирования резиновых уплотнителей. Корпуса, крышки и их соединения. Расчет герметичности.

## **7. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ**

Источники возникновения помех в средствах измерений. Электромагнитная обстановка. Источники возникновения помех в ЭС.

Оценка работы конденсаторов и резисторов при воздействии помех. Физические процессы в активных компонентах при воздействии помех. Влияние помех на цифровые схемы. Влияние помех на аналоговые схемы. Схемы сопряжения при воздействии помех. Помехи в источниках питания.

Емкостная паразитная связь. Индуктивная паразитная связь. Паразитная связь через общее сопротивление. Электромонтаж и паразитные связи. Оценка воздействия радиопомех мощных источников сигнала. Конструктивные меры защиты от электромагнитных помех.

## **8. ПРОЕКТИРОВАНИЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ**

Требования, предъявляемые к несущим конструкциям. Особенности проектирования несущих конструкций. Жесткость деталей несущих конструкций. Прочность деталей несущих конструкций при переменных напряжениях. Устойчивость равновесия элементов несущих конструкций. Проектирование деталей и узлов несущих конструкций. Конструктивно-технологическое исполнение несущих конструкций.

Методы конструирования штампованных деталей. Технологичность деталей, полученных штамповкой. Специфика конструирования деталей, полученных гибкой. Технологичность деталей, полученных вытяжкой. Основные материалы для штампованных деталей.

Усадка как типичная особенность прессованных и литых деталей. Методы конструирования прессованных и литых деталей. Конструирование деталей с отверстиями. Конструирование армированных пластмассовых деталей.

Методы конструирования механических соединений.

## **9. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ**

Классификация конструкций печатных плат. Характеристика стандартов, используемых для проектирования печатных плат.

Конструкторские требования и характеристики печатных плат. Электрические требования и характеристики печатных плат. Требования по устойчивости печатных плат к климатическим и механическим воздействиям. Технологические требования к печатным платам.

Базовые и расходные материалы печатных плат. Материалы для изготовления односторонних, двусторонних и многослойных печатных плат. Импортные материалы в производстве печатных плат. Покрытия.

Структурная схема конструкторско-технологического проектирования печатных плат.

Выбор типа конструкции печатных плат. Выбор класса точности печатных плат.

Выбор методы изготовления печатных плат. Выбор материала основания печатных плат.

Разработка компоновочных эскизов ячейки и выбор габаритных размеров печатных плат. Определение толщины печатных плат.

Определение числа слоев и толщины многослойных печатных плат.

Расчет элементов проводящего рисунка печатных плат. Расчет электрических параметров печатных плат.

Правила выполнения чертежей печатных плат. Правила выполнения сборочных чертежей. Установка элементов на печатные платы.

Формирование технических требований на чертеж печатной платы и сборочный чертеж печатной платы. Особенности оформления конструкторской документации на чертежи печатной платы при автоматизированном проектировании.

## **10. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАДЁЖНОСТИ ЭС**

Место и значение прикладных математических методов в решении инженерных задач в конструировании, технологии и надёжности ЭС. Общая характеристика параметров, системные методы в конструировании и технологии ЭС. Вероятностное описание параметров в конструировании и технологии ЭС. Анализ точности и стабильности выходных параметров радиоэлектронных устройств и технологических процессов с использованием математических моделей.

Отказы и их классификация. Причины отказов ЭС. Модели (схемы) соединения элементов в ЭС с точки зрения надёжности. Модели законов распределения времени до отказа (наработки до отказа).

Надёжность элементов ЭС. Оценка показателей надёжности проектируемых ЭС. Методы повышения надёжности ЭС. Прогнозирование технического состояния ЭС.

## **11. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ЭС**

Основные характеристики САПР. Особенности проектирования конструкций, связанные с применением систем автоматизированного проектирования. Общая характеристика прикладного программного обеспечения САПР. Жизненный цикл изделия и САЛS-технологии. Основные этапы проектирования РЭС, где внедрение САПР эффективно. Хорошо алгоритмизированные и трудно формализуемые задачи проектирования ЭС.

Библиотечные элементы при проектировании электрических схем и печатных плат. Проектирование электрической схемы. Проектирование печатной платы. Подготовка производства печатной платы и обмен данными с другими САПР<sup>2</sup>.

Автоматизированное проектирование конструкций ЭС. Параметрическое проектирование ЭС. Параметрические возможности современных САПР. Направления развития современных САПР для сквозного проектирования печатных плат

САПР для моделирования работы реальных устройств: моделирование работы электрической схемы; анализ паразитных эффектов на печатной плате; моделирование тепловых режимов ЭС; моделирование поведения конструкций ЭС при механических воздействиях.

## **12. ИНТЕГРИРОВАННЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПРОИЗВОДСТВА ЭС**

Структура интегрированных компьютерных производств, их основные системы и ячейки

Гибкие производственные системы (ГПС) и принципы их построения. Организационно технологическая структура ГПС. Классификация и функции типовых подсистем ГПС. Примеры ГПС сборки и монтажа ЭС.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Автоматизация проектирования и моделирования печатных узлов радиоэлектронной аппаратуры / Ю. Н. Кофанов [и др.]. – М. : Радио и связь, 2000. – 389 с.

2. Автоматизация проектирования радиоэлектронной аппаратуры : учеб. пособие для вузов / О. В. Алексеев [и др.] ; под ред. О. В. Алексеева. – М. : Высш. шк., 2000. – 479 с.

3. Алексеев, В. Ф. Принципы конструирования и автоматизации проектирования РЭУ : учеб. пособие / В. Ф. Алексеев. – Минск : БГУИР, 2003. – 197 с.

4. Технология РЭУ и автоматизация производства. Курсовое проектирование : учеб. пособие / Л. П. Ануфриев [и др.]. – Минск : Бестпринт, 2001. – 144 с.

---

<sup>2</sup> Рассматриваются САПР, которые были изучены поступающим в магистратуру на первой ступени высшего образования.

5. Ануфриев, Л.П. Коммутационные платы электронной аппаратуры : учеб. пособие / Л. П. Ануфриев, В. Л. Ланин, А. А. Хмыль. – Минск : БГУИР, 2000. – 85 с.
6. Боровиков, С. М. Теоретические основы конструирования, технологии и надёжности. Сборник задач : учеб. пособие для вузов / С. М. Боровиков, А. В. Погребняков. – Минск : БГУИР, 2001. – 124 с.
7. Боровиков, С. М. Теоретические основы конструирования, технологии и надёжности : учебник для инжен.-технич. спец. вузов / С. М. Боровиков. – Минск : Дизайн ПРО, 1998. – 336 с.
8. Гелль, П. П. Конструирование и микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры : учебник для вузов / П. П. Гелль, Н. К. Иванов-Есипович. – Л. : Энергоатомиздат, 1984. – 536 с.
9. Гжиров, Р. И. Краткий справочник конструктора : справочник / Р. И. Гжиров. – Л. : Машиностроение, 1983. – 464 с.
10. Глудкин, О. П. Методы и устройства испытаний РЭА и ЭВС : учебник. – М. : Высш. шк., 1991. – 336 с.
11. Джонс, Дж. К. Методы проектирования / Дж. К. Джонс ; пер. с англ. – 2-е изд., доп. – М. : Мир, 1986. – 326 с.
12. Дульнев, Г. Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре : учебник для вузов по спец. «Конструирование и производство радиоаппаратуры» / Г. Н. Дульнев. – М. : Высш. шк., 1984. – 247 с.
13. Дульнев, Г. Н. Методы расчета тепловых режимов прибора / Г. Н. Дульнев, В. Г. Парфенов, А. В. Сигалов. – М. : Радио и связь, 1990. – 312 с.
14. Жаднов, В. В. Управление качеством при проектировании теплонагруженных радиоэлектронных средств / В. В. Жаднов, А. В. Сарафанов. – М. : СОЛОН-Пресс, 2004. – 464 с.
15. Гольдин, В. В. Исследование тепловых характеристик РЭС методами математического моделирования: Монография / В. В. Гольдин, В. Г. Журавский, В. И. Коваленок и др.; под ред. А. В. Сарафанова. – М. : Радио и связь, 2003. – 456 с.
16. Каленкович, Н. И. Механические воздействия и защита РЭА : учеб. пособие для вузов / Н. И. Каленкович, Е. П. Фастовец, Ю. В. Шамгин. – Минск : Выш. шк., 1989.
17. Кечиев, Л. Н. Защита электронных средств от воздействия статического электричества / Л. Н. Кечиев, Е. Д. Пожидаев. – М. : Издательский Дом «Технологии», 2005. – 352 с.
18. Кечиев, Л. Н. Защита электронных средств от воздействия статического электричества / Л. Н. Кечиев, Е. Д. Пожидаев. – М. : Издат. дом «Технологии», 2005. – 352 с.
19. Конструирование и технология печатных плат / А. Т. Жигалов [и др.]. – М. : Высшая школа, 1973. – 216 с.
20. Конструирование радиоэлектронной аппаратуры : учеб. пособие для студ. спец. «Конструирование и технология радиоэлектронной аппаратуры» / Н. С. Образцов [и др.] ; под ред. Н. С. Образцова. – Минск : МРТИ, 1984. – 201 с.

21.Князев, А.Д. Конструирование радиоэлектронной аппаратуры и электронно-вычислительной аппаратуры с учетом электромагнитной совместимости / А. Д. Князев, Л. Н. Кечиев, Б. В. Петров. – М. : Радио и связь, 1989. – 224 с.

22.Кофанов, Ю. Н. Комплексное моделирование взаимосвязанных физических процессов радиоэлектронных конструкций: Учеб. Пособие / Ю. Н. Кофанов, С. В. Засыпкин. – М.: МГИЭМ, 1996. – 56 с.

23.Куземин, А. Я. Конструирование и микроминиатюризация электронно-вычислительной аппаратуры : учеб. пособие для вузов / А. Я. Куземин. – М. : Радио и связь, 1985. – 230 с.

24.Кузьмин, В. И. Электростатический разряд и электронное оборудование : учеб. пособие / В. И. Кузьмин, Л. Н. Кечиев. – М.: МГИЭМ, 1997. – 88 с.

25.Ланин, В. Л. Сборочно-монтажные процессы: лаб. практикум по дисц. «Технология РЭУ и автоматизация производства», «Технология СМЭ» для студ. спец. «Проектирование и производство РЭС», «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС», «Медицинская электроника» всех форм обуч. / В. Л.Ланин. – Минск : БГУИР, 2007. – 50 с.

26.Ланин, В. Л. Формирование токопроводящих контактных соединений в изделиях электроники / В. Л. Ланин, А. П. Достанко, Е. В. Телеш. – Минск : Издат. центр БГУ, 2007. – 574 с.

27.Маквецов, Е. Н. Механические воздействия и защита радиоэлектронной аппаратуры : учебник для вузов / Е. Н. Маквецов, А. М. Тартаковский. – М. : Радио и связь, 1993. – 200 с.

28.Математическое моделирование радиоэлектронной аппаратуры при механических воздействиях / Ю. Н. Кофанов [и др.]. – М. : Радио и связь, 2000. – 226 с.

29.Математическое моделирование радиоэлектронных средств при механических воздействиях / Ю. Н.Кофанов [и др.]. – М.: Радио и связь, 2000. – 226 с.

30.Медведев, А. М. Сборка и монтаж электронных устройств / А. М. Медведев. – М. : Техносфера, 2007. – 256 с.

31.Медведев, А. М. Технология производства печатных плат / А. М. Медведев. – М. : Техносфера, 2005. – 430 с.

32.Мироненко, И. Г. Автоматизированное проектирование узлов и блоков РЭА средствами современных САПР : учеб. пособие для вузов / И. Г. Мироненко, В. Ю. Суходольский, К. К. Холуянов; под ред. И. Г. Мироненко. – М. : Высш. шк., 2002. – 391 с.

33.Молодечкина, Т.В. Физические основы проектирования радиоэлектронных средств : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-39 02 01 «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС». В 2-х ч. Ч. 1 / Т. В. Молодечкина, В. Ф. Алексеев, М. О. Молодечкин. – Новополоцк : ПГУ, 2013. – 204 с.

34.Молодечкина, Т.В. Физические основы проектирования радиоэлектронных средств : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-39

02 01 «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС». В 2-х ч. Ч. 1 / Т. В. Молодечкина, В. Ф. Алексеев, М. О. Молодечкин. – Новополоцк : ПГУ, 2013. – 224 с.

35. Ненашев, А. П. Конструирование радиоэлектронной аппаратуры : учебник для радиотех. спец. вузов / А. П. Ненашев. – М. : Высш. шк., 1990. – 432 с.

36. Норенков, И. П. Основы автоматизированного проектирования : учебник для вузов / И. П. Норенков. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. – 360 с.

37. Пирогова, Е. В. Проектирование и технология печатных плат / Е. В. Пирогова. – М. : Форум, Инфра-М, 2005. – 560 с.

38. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА : Справочник / Э. Т. Романычева [и др.]. – М. : Радио и связь, 1989. – 448 с.

39. Роткоп, Л. Л. Обеспечение тепловых режимов при конструировании радиоэлектронной аппаратуры / Л. Л. Роткоп, Ю. Е. Спокойный. – М. : Сов. радио, 1976. – 232 с.

40. Сборник задач по конструированию и технологии радиоэлектронной аппаратуры : учеб. пособие / В. Ф. Алексеев [и др.] ; под ред. В. Ф. Алексеева, Н. С. Образцова. – Минск : БГУИР, 1997. – 92 с.

41. Сборочно-монтажные процессы : учеб.-метод. пособие / В. Л. Ланин [и др.]. – Минск : БГУИР, 2008. – 67 с.

42. Справочник конструктора-приборостроителя / В. Л. Соломахо [и др.]. – Минск : Высш. школа, 1983. – 272 с.

43. Справочник конструктора РЭА : Компоненты, механизмы, надежность / Н. А. Барканов [и др.] ; под ред. Р. Г. Варламова. – М. : Радио и связь, 1985. – 384 с.

44. Справочник конструктора РЭА : Общие принципы конструирования / Варламов Р. Г. [и др.] ; под ред. Р. Г. Варламова. – М. : Сов. радио, 1980. – 480 с.

45. Тарасик, В. П. Математическое моделирование технических систем / В. П. Тарасик. – Мн. : Дизайн-ПРО, 2004. – 640 с.

46. Тартаковский, А. М. Краевые задачи в конструировании радиоэлектронной аппаратуры: учеб. пособие / А. М. Тартаковский. – Саратов: СГУ, 1984.-132 с.

47. Технология и автоматизация производства радиоэлектронной аппаратуры : учебник для вузов / И. П. Бушминский [и др.]. – М. : Радио и связь, 1989. – 624 с.

48. Технология поверхностного монтажа : учеб. пособие / С. П. Кундас [и др.]. – Минск : Армита – Маркетинг, Менеджмент, 2000. – 350 с.

49. Технология радиоэлектронных устройств и автоматизация производства: учебник / А. П. Достанко [и др.] ; под общ. ред. А. П. Достанко. – Минск : Высш. шк., 2002. – 415 с.

50. Тику, Ш. Эффективная работа : AutoCAD / Ш. Тику. – СПб. : Питер, 2002. – 1232 с.

51. Ушаков, Н. Н. Технология производства ЭВМ : учебник для вузов по спец. «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети» – 3-е изд., перераб. и доп. / Н. Н. Ушаков. – М. : Высш. шк., 1991. – 416 с.

52. Ханке, Х. И. Технология производства радиоэлектронной аппаратуры / Х. И. Ханке, Х. Фабиан. – М. : Энергия, 1980. – 464 с.