

**МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
«РОСТОВСКИЙ-НА-ДОНУ КОЛЛЕДЖ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ,  
ИНФОРМАЦИОННЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»  
(ГБПОУ РО «РКРИПТ»)**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
ПРАКТИЧЕСКИХ (ЛАБОРАТОРНЫХ) РАБОТ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**ПМ.01 ВЫПОЛНЕНИЕ СБОРКИ, МОНТАЖА И ДЕМОНТАЖА  
ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ**

**Специальность:**

11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт  
электронных приборов и устройств

**Квалификация выпускника:**

Специалист по электронным приборам и устройствам

**Форма обучения: очная**

Ростов-на-Дону  
2023

СОГЛАСОВАНО

Начальник методического отдела

 Н.В. Вострякова  
«28» марта 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

по учебно-методической работе

 С.А. Будасова  
«28» марта 2023 г.

ОДОБРЕНО

Цикловыми комиссиями радиоэлектроники

и технического обслуживания

радиоэлектронной техники

Пр. № 8 от «1» апреля 2023 г.

Председатель ЦК

 В.Ю. Махно

Методические указания по выполнению практических (лабораторных) работ разработаны в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины ПМ.01 Выполнение сборки, монтажа и демонтажа электронных приборов и устройств для специальности 11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств.

**Разработчик(и):**

**Сивоконь В.Е.** - к.т.н., преподаватель высшей квалификационной категории ГБПОУ РО «РКРИПТ»

**Скоробогатов М.Н.** – преподаватель ГБПОУ РО «РКРИПТ»

**Рецензенты:**

**Калиенко И.В.** – к.т.н., преподаватель ГБПОУ РО «РКРИПТ»

**Маскаев Е.Н.** – главный конструктор АО «Алмаз»

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| Введение.....                   | 5  |
| 1. Практическая работа 1. ....  | 7  |
| 2. Практическая работа 2. ....  | 9  |
| 3. Практическая работа 3. ....  | 13 |
| 4. Практическая работа 4.....   | 15 |
| 5. Практическая работа.5.....   | 16 |
| 6. Практическая работа.6.....   | 17 |
| 7. Практическая работа.7.....   | 18 |
| 8. Практическая работа 8.....   | 19 |
| 9. Практическая работа 9.....   | 20 |
| 10. Практическая работа 10..... | 21 |
| 11. Практическая работа 11..... | 22 |
| 12. Практическая работа 12..... | 23 |
| 13. Практическая работа 13..... | 24 |
| 14. Практическая работа 14..... | 25 |
| 15. Практическая работа 15..... | 26 |
| 16. Практическая работа 16..... | 27 |
| 17. Практическая работа 17..... | 28 |
| 18. Практическая работа 18..... | 29 |

## Введение

Лабораторные и практические занятия по профессиональному модулю ПМ.01 Выполнение сборки, монтажа и демонтажа электронных приборов и устройств для специальности составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки и направлены на подтверждение теоретических положений и формирование практических умений и практического опыта:

- выполнения навесного монтажа;
- выполнение монтажа электрорадиоэлементов в отверстия печатной платы.
- выполнения поверхностного монтажа электронных устройств;
- выполнения демонтажа электронных приборов и устройств;
- выполнения сборки монтажа микросборок, полупроводниковых приборов в соответствии с технической документацией;
- проведения контроля качества сборки и монтажа электронных приборов и устройств;
- использовать конструкторско-технологическую документацию;
- применять технологическое оснащение и оборудование к выполнению задания;
- выполнять электромонтаж и сборку электронных устройств в различных конструктивных исполнениях,
- производить входной контроль электрорадиоэлементов перед монтажом на печатную плату;
- проводить анализ травмоопасных и вредных факторов на рабочем месте;
- выбирать материалы и элементную базу для выполнения задания;
- выполнять операции по отмывке печатной платы (в зависимости от типа используемой паяльной пасты);
- осуществлять монтаж компонентов в металлизированные отверстия, компьютерным управлением сверловкой отверстий;
- делать выбор припойной пасты и наносить ее различными методами (трафаретным, дисперсным);
- устанавливать компоненты на плату: автоматически и вручную;
- выполнять микромонтаж, поверхностный монтаж;
- выполнять распайку, дефектацию и утилизацию электронных элементов, приборов, узлов и т.д.;
- использовать контрольно-измерительные приборы при проведении сборки, монтажа и демонтажа различных видов электронных приборов и устройств;
- читать и составлять схемы различных электронных приборов и устройств, их отдельных узлов и каскадов;
- выполнять радиотехнические расчеты различных электрических и электронных схем;

Лабораторные и практические занятия относятся к основным видам учебных занятий.

Выполнение студентами лабораторных и практических работ направлено:

- на обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;
- формирование умений применять полученные знания на практике;

- реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развитие интеллектуальных умений (аналитических, проектировочных, конструкторских и др.) у будущих специалистов;
- выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование практических умений – профессиональных (выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных (решать задачи по математике, физике, химии, информатике и др.), необходимых в последующей учебной деятельности.

Содержанием лабораторных работ по дисциплине /профессиональному модулю являются экспериментальная проверка формул, методик расчета, установление и подтверждение закономерностей, ознакомление с методиками проведения экспериментов, установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик, наблюдение развития явлений, процессов и др. В ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, аппаратурой, которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Содержанием практических занятий по дисциплине /профессиональному модулю являются решение разного рода задач, в том числе профессиональных (анализ производственных ситуаций, решение ситуационных производственных задач, выполнение профессиональных функций в деловых играх и т.п.), выполнение вычислений, расчетов, чертежей, работа с измерительными приборами, оборудованием, аппаратурой, работа с нормативными документами, инструктивными материалами, справочниками, составление проектной, плановой и другой технической и специальной документации и другое.

Содержание практических, лабораторных занятий охватывают весь круг профессиональных умений, на подготовку к которым ориентирована данная дисциплина/профессиональный модуль, которые в дальнейшем закрепляются и совершенствуются в процессе курсового проектирования, практикой по профилю специальности и преддипломной практикой.

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных учебных лабораториях. Практическое занятие должно проводиться в учебных кабинетах или специально оборудованных помещениях (площадках). Продолжительность занятия – не менее 2-х академических часов. Необходимыми структурными элементами занятия, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения

итогов выполнения работы.

Все студенты, связанные с работой в лаборатории, обязаны пройти инструктаж по безопасному выполнению работ, о чем расписываются в журнале инструктажа по технике безопасности.

Выполнению лабораторных и практических работ предшествует проверка знаний студентов, их теоретической готовности к выполнению задания.

Лабораторные и практические работы студенты выполняют под руководством преподавателя. При проведении лабораторных и практических занятий учебная группа может делиться на подгруппы численностью не менее 8 человек. Объем заданий для лабораторных и практических занятий спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть выполнены качественно большинством студентов.

Формы организации работы обучающихся на лабораторных работах и практических занятиях: групповая и индивидуальная.

При фронтальной форме организации занятий все студенты выполняют одновременно одну и ту же работу. При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2 - 5 человек. При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Отчет по практической и лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по практической, лабораторной работе. Защита отчета проходит в форме доклада обучающегося по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Оценки за выполнение лабораторных работ и практических занятий могут выставляться по пятибалльной системе или в форме зачета и учитываться как показатели текущей успеваемости студентов.

#### **Критерии оценки лабораторных, практических работ.**

**Оценка «5»** ставится, если учащийся выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально монтирует необходимое оборудование; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдает требования правил безопасности труда; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ погрешностей.

**Оценка «4»** ставится, если выполнены требования к оценке «5», но было допущено два - три недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочёта.

**Оценка «3»** ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, позволяет получить правильные результаты и выводы: если в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки.

**Оценка «2»** ставится, если работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов: если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

# **МДК 01.01 Технология сборки, монтажа и демонтажа электронных приборов и устройств**

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1**

### **Выполнение входного контроля печатных плат оптическим методом**

#### **1. Цель работы**

Получить навыки оценки печатных плат.

#### **2. Время выполнения работы**

**4 академических часа**

**3. Краткие теоретические сведения** (*основные вопросы теории, общие теоретические сведения по работе, порядок работы с оборудованием, методика выполнения лабораторных исследований или расчетов, вопросы допуска и др.*).

#### **4. Перечень оборудования**

Платы печатные

#### **5. Порядок выполнения работы (Задания)**

- 1) Получить у преподавателя печатную плату,
- 2) Осмотреть плату на наличие дефектов: сколов диэлектрика, отслоения проводящего рисунка от материала диэлектрика, обрывов проводников, нарушении влагозащиты и т.п.,
- 3) Записать в отчёт результаты осмотра (перечислить найденные дефекты),
- 4) Составить вывод.
- 5) Ответить на контрольные вопросы,

#### **6. Содержание отчета**

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень найденных дефектов
4. Выводы (при необходимости)
5. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

#### **7. Контрольные вопросы**

1. Перечислите основные типы технологий изготовления печатных плат.
2. Как подразделяются по типу печатные платы.
3. Назовите основные виды дефектов печатных плат.

#### **8. Список литературы**

1. А. С. Ястребов, М. Ю. Волокобинский, А. С. Сотенко Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты. Изд.: Академия, 2021. – 160с. Для среднего профессионального образования.
2. Баканов Г.Ф. Конструирование и производство радиоаппаратуры: учебник для студ. учреждений СПО/ Г.Ф.Баканов, С.С.Соколов. – М.: Издательский центр «Академия», 3-е изд., стер.,2021. – 384с.
3. РД 50-708-91 «Инструкция платы печатные. Требования к конструированию»



## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2**

### **Проверка работоспособности резисторов, конденсаторов.**

#### **1. Цель работы**

Получить практические навыки работы по проверке работоспособности резисторов, конденсаторов.

#### **2. Время выполнения работы**

**4 ак. часа**

#### **3. Краткие теоретические сведения**

На практике наиболее часто встречаются следующие неисправности резисторов:

- отклонение значения сопротивления от номинала, превышающее допуск;
- обрыв или перегорание токопроводящего слоя;
- нарушение контактов в выводах.

Проверку параметров резисторов выполняют с помощью омметра. Резистор в большинстве случаев считают неисправным, если его сопротивление отличается более чем на 20% от номинального значения, указанного на корпусе.

Переменные резисторы чаще всего имеют нарушения контакта подвижной щетки с токопроводящим элементом. Для проверки их исправности измеряют сопротивление между одним из крайних выводов и выводом средней точки, плавно вращая при этом ось от упора до упора. Если потенциометр исправен, стрелка омметра перемещается вдоль шкалы плавно, без дрожания и рывков.

Специфической неисправностью является нарушение идентичности номиналов и (или) функциональных зависимостей сопротивлений спаренных переменных резисторов от угла поворота их общей оси. Такая неисправность резисторов, включенных, например, в фазирующие цепи низкочастотных генераторов типа ГЗ-102, ГЗ-36 и др., приводит к значительному изменению амплитуды генерируемых колебаний при изменении частоты настройки.

#### **Проверка конденсаторов**

Основными неисправностями конденсаторов являются:

- обрыв выводов;
- пробой диэлектрика;
- утечка тока (снижение сопротивления изоляции);
- изменение емкости.

Исправность конденсатора в большинстве случаев может быть проверена с помощью прибора для измерения сопротивлений (омметра или любого комбинированного измерительного прибора), имеющего верхний предел измерения сопротивлений не ниже 2 МОм.

Проверку неэлектролитических конденсаторов сравнительно большой емкости (0,05 мкФ и более) на отсутствие обрывов и пробоев выполняют следующим образом. Подключив омметр к конденсатору, наблюдают за стрелкой прибора. При наличии обрыва стрелка не отклоняется. При полном пробое диэлектрика омметр покажет короткое замыкание, а при частичном — несколько десятков или

сотен кОм.

Если конденсатор исправен, стрелка скачком отклонится на несколько делений (заряд конденсатора) и быстро возвратится в первоначальное положение (разряд конденсатора). Угол отклонения стрелки будет тем больше, чем больше емкость конденсатора и чем выше установленный предел. При повторном подключении омметра через несколько секунд после первого стрелка не должна отклоняться. Отклонение стрелки в этом случае говорит об утечке тока.

Сопротивление изоляции исправных неэлектролитических конденсаторов составляет от  $10^9$  до  $10^{12}$  Ом и может быть измерено мегомметром. В отличие от неэлектролитических электролитические конденсаторы имеют значительную утечку тока, пропорциональную емкости конденсатора. Для исправного конденсатора ток утечки в нормальных условиях определяется выражением

$$I_y = KCU + M$$

где  $I_y$  — ток утечки, мкА;

$C$  — номинальная емкость, мкФ;

$K$  и  $M$  — постоянные коэффициенты, зависящие от типа конденсатора;

$U$  — номинальное напряжение конденсатора, В.

К примеру, для конденсаторов типа К50-6  $K = 0,5$ ;  $M = 3$ .

Практически сопротивление утечки электролитического конденсатора может быть измерено омметром. При этом плюс конденсатора должен быть соединен с плюсом источника питания омметра. Если конденсатор исправен, стрелка омметра резко отклонится в сторону нулевых показаний (заряд), а затем возвратится в положение, соответствующее сопротивлению 0,1—2 МОм (разряд). Последующие кратковременные подключения к конденсатору омметра, повторяемые с интервалом в несколько секунд, не должны вызывать отклонений стрелки измерителя.

При малом сопротивлении утечки заметное отклонение стрелки будет наблюдаться после каждого подключения омметра.

При обратной полярности подключения прибора его показание после окончания разряда исправного конденсатора может уменьшиться в 50—100 раз по сравнению с показанием при прямой полярности.

Отсутствие показаний заряда—разряда конденсатора свидетельствует об обрыве выводов электродов или о потере емкости (высыхании электролита), а заниженное сопротивление или короткое замыкание — о повышенной утечке или пробое соответственно.

Емкость электролитического конденсатора может быть измерена довольно простым способом. Для этого плавно заряжают конденсатор до определенного напряжения (чем меньше напряжение, тем меньше будет ток утечки). Через 3—5 с, включив секундомер, разряжают конденсатор на известное входное сопротивление (желательно не менее 10 кОм/В при напряжении заряда до 10 В) вольтметру до 0,37 первоначального значения и останавливают секундомер. Затем подсчитывают емкость конденсатора по формуле

$$C = \frac{T}{R},$$

где  $C$  — емкость конденсатора, мкФ;  
 $T$  — продолжительность разряда конденсатора, с;  
 $R$  — сопротивление разрядной цепи, МОм.

К примеру, при использовании вольтметра с относительным входным сопротивлением 100 кОм/В и установленным пределом 10 В (сопротивление разрядной цепи  $R = 100 \cdot 10 = 1000$  кОм = 1 МОм) конденсатор, предварительно заряженный до 10 В, разряжался до значения 3,7 В течение 30 с. Тогда емкость конденсатора

$$C = \frac{T}{R} = 30/1 = 30 \text{ мкФ}.$$

Всесторонняя оценка качества конденсаторов может быть получена с помощью специальных приборов. В основу измерения емкости этими приборами положены методы вольтметра—амперметра, непосредственного измерения с помощью микрофарадометров, сравнения (замещения), мостовой и резонансный. Очень широко для диагностики радиокомпонентов используются измерители иммитанса – подгруппа Е7.

Напряжение, приложенное к конденсатору при любом его испытании, не должно превышать номинального рабочего напряжения.

Если в процессе испытания конденсатор заряжается до значительного напряжения, необходимо производить его разряд по окончании испытания.

#### 4. Перечень оборудования

- 1 Набор резисторов и конденсаторов,
- 2 Справочники по резисторам, конденсаторам,
- 3 Измерители иммитанса

#### 5. Порядок выполнения работы (Задания)

- 1) Ознакомится с предоставленными резисторами, конденсаторами и их маркировкой.
- 2) Измерить значения сопротивлений и ёмкостей с помощью измерителя иммитанса.
- 3) Сравнить измеренные значения сопротивления резисторов и ёмкости конденсаторов с их номинальными значениями.
- 4) Сделать выводы о работоспособности резисторов и конденсаторов.
- 5) Заполнить таблицу

| №<br>п/п | Наименование и тип ЭРЭ | Результаты<br>измерений | Вывод об<br>исправности ЭРЭ |
|----------|------------------------|-------------------------|-----------------------------|
|          |                        |                         |                             |
|          |                        |                         |                             |

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

- 6) Составить вывод.
- 7) Ответить на контрольные вопросы

#### **6. Содержание отчета**

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Результаты измерений.
4. Выводы (при необходимости).
5. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

#### **7. Контрольные вопросы**

- 1) Какие неисправности резисторов вы знаете?
- 2) Какие неисправности конденсаторов вы знаете?
- 3) Как проверить исправность переменного резистора?
- 4) Как проверить исправность постоянного резистора?
- 5) Как проверить исправность конденсатора?

#### **8. Список литературы**

1 Баканов Г.Ф. Конструирование и производство радиоаппаратуры: учебник для студ. учреждений СПО/ Г.Ф.Баканов, С.С.Соколов. – М.: Издательский центр «Академия», 2021. – 384с.

2 А. С. Ястребов, М. Ю. Волокобинский, А. С. Сотенко Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты. Изд.: Академия, 2021. – 160с. Для среднего профессионального образования.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

### Проверка работоспособности полупроводниковых диодов и транзисторов.

#### 1. Цель работы

Получить практические навыки проверки работоспособности полупроводниковых диодов и транзисторов.

#### 2. Время выполнения работы

4 ак. часа

#### 3. Краткие теоретические сведения

Характерными неисправностями полупроводниковых диодов являются:

- пробой или обрыв перехода;
- утечка тока;
- нарушение герметичности корпуса.

Оценить исправность диода можно путем измерения прямого и обратного сопротивлений с помощью омметра.

Перед проверкой исправности полупроводниковых приборов с помощью омметра необходимо, чтобы источник питания омметра не представлял опасности для данного типа диода или транзистора. Напряжение источника питания омметра не должно превышать предельно допустимого обратного напряжения проверяемого р—п-перехода диода или транзистора, а максимальная мощность  $P_{max}$  — отдаваемая прибором в проверяемую цепь, не должна превышать максимально допустимую для данного р—п-перехода.

Значение  $P_{max}$  определяют из выражения

$$P_{max} = \frac{U_n^2}{4R_{cp}},$$

где  $U_n$  — напряжение источника питания омметра, В;

$R_{cp}$  — сопротивление, соответствующее средней точке шкалы омметра на установленном пределе измерения, Ом.

Как правило, выбирают омметр с источником питания, напряжение которого не превышает 1,5 В, чтобы заведомо не превысить напряжение пробоя перехода.

Проверка СВЧ и туннельных диодов с помощью омметра не может быть рекомендована, так как для СВЧ диодов обратное напряжение не должно превышать 1В, а для туннельных диодов оно равно нулю. Проверку этих элементов производят на специальных приборах и установках, например характеристикографах, а при их отсутствии взятые под подозрение элементы заменяют заведомо исправными из состава ЗИП.

Проверку исправности диода с помощью омметра выполняют путем измерения прямого и обратного сопротивлений р—п-перехода. Если диод пробит, его сопротивления в обоих направлениях будут одинаково малы (несколько Ом). При обрыве прямое и обратное сопротивления будут бесконечно большими. Исправный диод имеет прямое сопротивление в пределах десятков Ом, а обратное —

сотни кОм.

При утечке тока через диод показания прибора при измерении сопротивления в обратном направлении нестабильны: сначала сопротивление большое, а затем постоянно падает.

#### **4. Перечень оборудования**

Полупроводниковые диоды.

Справочники по полупроводниковым диодам.

Измерители иммитанса.

Методические указания по выполнению практической работы.

#### **5. Порядок выполнения работы (Задания)**

**6. Содержание отчета** *требования к содержанию отчета по работе (перечисление расчетов, таблиц, схем, которые требуется привести в отчете, содержание выводов по работе);*

*Примерная структура содержания отчета*

1. Наименование работы

2. Цель работы

3. Информация о проделанной работе

4. Выводы (при необходимости)

5. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

**7. Контрольные вопросы** (контрольные вопросы или задания для самопроверки качества освоенных результатов обучения и подготовки к защите работы)

#### **8. Список литературы**

1. А. С. Ястребов, М. Ю. Волокобинский, А. С. Сотенко Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты. Изд.: Академия, 2021. – 160с. Для среднего профессионального образования.

2. Баканов Г.Ф. Конструирование и производство радиоаппаратуры: учебник для студ. учреждений СПО/ Г.Ф.Баканов, С.С.Соколов. – М.: Издательский центр «Академия», 3-е изд., стер., 2021. – 384с.

3. РД 50-708-91 «Инструкция платы печатные. Требования к конструированию»

### **Приложения**

(индивидуальные задания на работу, справочный материал)

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4**

Проверка работоспособности проводов, высокочастотных, высоковольтных и силовых кабелей, разъёмов, предохранителей.

### **1. Цель работы**

### **2. Время выполнения работы**

**4 ак. часа**

**3. Краткие теоретические сведения** *(основные вопросы теории, общие теоретические сведения по работе, порядок работы с оборудованием, методика выполнения лабораторных исследований или расчетов, вопросы допуска и др.).*

### **4. Перечень оборудования**

Платы печатные

### **5. Порядок выполнения работы (Задания)**

**6. Содержание отчета** *требования к содержанию отчета по работе (перечисление расчетов, таблиц, схем, которые требуется привести в отчете, содержание выводов по работе);*

*Примерная структура содержания отчета*

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Информация о проделанной работе
4. Выводы (при необходимости)
5. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

**7. Контрольные вопросы** (контрольные вопросы или задания для самопроверки качества освоенных результатов обучения и подготовки к защите работы)

### **8. Список литературы**

1. А. С. Ястребов, М. Ю. Волокобинский, А. С. Сотенко Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты. Изд.: Академия, 2021. – 160с. Для среднего профессионального образования.

2. Баканов Г.Ф. Конструирование и производство радиоаппаратуры: учебник для студ. учреждений СПО/ Г.Ф.Баканов, С.С.Соколов. – М.: Издательский центр «Академия», 3-е изд., стер.,2021. – 384с.

3. РД 50-708-91 «Инструкция платы печатные. Требования к конструированию»

## **Приложения**

(индивидуальные задания на работу, справочный материал)

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5**

Проверка работоспособности коммутационной аппаратуры, электромагнитных реле, индуктивностей и трансформаторов.

### **1. Цель работы**

### **2. Время выполнения работы**

**4 ак. часа**

**3. Краткие теоретические сведения** *(основные вопросы теории, общие теоретические сведения по работе, порядок работы с оборудованием, методика выполнения лабораторных исследований или расчетов, вопросы допуска и др.).*

### **4. Перечень оборудования**

### **5. Порядок выполнения работы (Задания)**

**6. Содержание отчета** *требования к содержанию отчета по работе (перечисление расчетов, таблиц, схем, которые требуется привести в отчете, содержание выводов по работе);*

*Примерная структура содержания отчета*

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Информация о проделанной работе
4. Выводы (при необходимости)
5. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

**7. Контрольные вопросы** (контрольные вопросы или задания для самопроверки качества освоенных результатов обучения и подготовки к защите работы)

### **8. Список литературы**

1. А. С. Ястребов, М. Ю. Волокобинский, А. С. Сотенко Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты. Изд.: Академия, 2021. – 160с. Для среднего профессионального образования.

2. Баканов Г.Ф. Конструирование и производство радиоаппаратуры: учебник для студ. учреждений СПО/ Г.Ф.Баканов, С.С.Соколов. – М.: Издательский центр «Академия», 3-е изд., стер.,2021. – 384с.

3. РД 50-708-91 «Инструкция платы печатные. Требования к конструированию»

## **Приложения**

(индивидуальные задания на работу, справочный материал)



## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6**

Разработка технологического процесса сборки и монтажа изделия.

Техническое нормирование сборочно-монтажных работ и выбор необходимых материалов.

### **1. Цель работы**

### **2. Время выполнения работы**

**6 ак. часа**

**3. Краткие теоретические сведения** *(основные вопросы теории, общие теоретические сведения по работе, порядок работы с оборудованием, методика выполнения лабораторных исследований или расчетов, вопросы допуска и др.).*

### **4. Перечень оборудования**

### **5. Порядок выполнения работы (Задания)**

**6. Содержание отчета** *требования к содержанию отчета по работе (перечисление расчетов, таблиц, схем, которые требуется привести в отчете, содержание выводов по работе);*

*Примерная структура содержания отчета*

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Информация о проделанной работе
4. Выводы (при необходимости)
5. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

**7. Контрольные вопросы** (контрольные вопросы или задания для самопроверки качества освоенных результатов обучения и подготовки к защите работы)

### **8. Список литературы**

1. А. С. Ястребов, М. Ю. Волокобинский, А. С. Сотенко Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты. Изд.: Академия, 2021. – 160с. Для среднего профессионального образования.

2. Баканов Г.Ф. Конструирование и производство радиоаппаратуры: учебник для студ. учреждений СПО/ Г.Ф.Баканов, С.С.Соколов. – М.: Издательский центр «Академия», 3-е изд., стер., 2021. – 384с.

3. РД 50-708-91 «Инструкция платы печатные. Требования к конструированию»

## **Приложения**

(индивидуальные задания на работу, справочный материал)

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7**

Составление и оформление маршрутной карты

### **1. Цель работы**

### **2. Время выполнения работы**

**4 ак. часа**

**3. Краткие теоретические сведения** *(основные вопросы теории, общие теоретические сведения по работе, порядок работы с оборудованием, методика выполнения лабораторных исследований или расчетов, вопросы допуска и др.).*

### **4. Перечень оборудования**

### **5. Порядок выполнения работы (Задания)**

**6. Содержание отчета** *требования к содержанию отчета по работе (перечисление расчетов, таблиц, схем, которые требуется привести в отчете, содержание выводов по работе);*

*Примерная структура содержания отчета*

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Информация о проделанной работе
4. Выводы (при необходимости)
5. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

**7. Контрольные вопросы** *(контрольные вопросы или задания для самопроверки качества освоенных результатов обучения и подготовки к защите работы)*

### **8. Список литературы**

1. А. С. Ястребов, М. Ю. Волокобинский, А. С. Сотенко Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты. Изд.: Академия, 2021. – 160с. Для среднего профессионального образования.

2. Баканов Г.Ф. Конструирование и производство радиоаппаратуры: учебник для студ. учреждений СПО/ Г.Ф.Баканов, С.С.Соколов. – М.: Издательский центр «Академия», 3-е изд., стер., 2021. – 384с.

3. РД 50-708-91 «Инструкция платы печатные. Требования к конструированию»

## **Приложения**

(индивидуальные задания на работу, справочный материал)

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8**

Изучение оборудования и инструментов, применяемых при сборке, монтаже и демонтаже радиоаппаратуры.

### **1. Цель работы**

### **2. Время выполнения работы**

**6 ак. часов**

**3. Краткие теоретические сведения** (*основные вопросы теории, общие теоретические сведения по работе, порядок работы с оборудованием, методика выполнения лабораторных исследований или расчетов, вопросы допуска и др.*).

### **4. Перечень оборудования**

Платы печатные

### **5. Порядок выполнения работы (Задания)**

**6. Содержание отчета** *требования к содержанию отчета по работе (перечисление расчетов, таблиц, схем, которые требуется привести в отчете, содержание выводов по работе);*

*Примерная структура содержания отчета*

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Информация о проделанной работе
4. Выводы (при необходимости)
5. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

**7. Контрольные вопросы** (контрольные вопросы или задания для самопроверки качества освоенных результатов обучения и подготовки к защите работы)

### **8. Список литературы**

1. А. С. Ястребов, М. Ю. Волокобинский, А. С. Сотенко Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты. Изд.: Академия, 2021. – 160с. Для среднего профессионального образования.

2. Баканов Г.Ф. Конструирование и производство радиоаппаратуры: учебник для студ. учреждений СПО/ Г.Ф.Баканов, С.С.Соколов. – М.: Издательский центр «Академия», 3-е изд., стер., 2021. – 384с.

3. РД 50-708-91 «Инструкция платы печатные. Требования к конструированию»

## **Приложения**

(индивидуальные задания на работу, справочный материал)

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9**

Изучение вариантов формовки и установки элементов согласно ГОСТ.

### **1. Цель работы**

### **2. Время выполнения работы**

**6 ак. часов**

**3. Краткие теоретические сведения** (*основные вопросы теории, общие теоретические сведения по работе, порядок работы с оборудованием, методика выполнения лабораторных исследований или расчетов, вопросы допуска и др.*).

### **4. Перечень оборудования**

### **5. Порядок выполнения работы (Задания)**

**6. Содержание отчета** *требования к содержанию отчета по работе (перечисление расчетов, таблиц, схем, которые требуется привести в отчете, содержание выводов по работе);*

*Примерная структура содержания отчета*

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Информация о проделанной работе
4. Выводы (при необходимости)
5. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

**7. Контрольные вопросы** (контрольные вопросы или задания для самопроверки качества освоенных результатов обучения и подготовки к защите работы)

### **8. Список литературы**

1. А. С. Ястребов, М. Ю. Волокобинский, А. С. Сотенко Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты. Изд.: Академия, 2021. – 160с. Для среднего профессионального образования.

2. Баканов Г.Ф. Конструирование и производство радиоаппаратуры: учебник для студ. учреждений СПО/ Г.Ф.Баканов, С.С.Соколов. – М.: Издательский центр «Академия», 3-е изд., стер., 2021. – 384с.

3. РД 50-708-91 «Инструкция платы печатные. Требования к конструированию»

## **Приложения**

(индивидуальные задания на работу, справочный материал)

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10**

Изучение требований к технологии монтажа ЭРЭ  
на поверхность и в отверстия печатной платы согласно ГОСТ

### **1. Цель работы**

### **2. Время выполнения работы**

**6 ак. часов**

**3. Краткие теоретические сведения** *(основные вопросы теории, общие теоретические сведения по работе, порядок работы с оборудованием, методика выполнения лабораторных исследований или расчетов, вопросы допуска и др.).*

### **4. Перечень оборудования**

Платы печатные

### **5. Порядок выполнения работы (Задания)**

**6. Содержание отчета** *требования к содержанию отчета по работе (перечисление расчетов, таблиц, схем, которые требуется привести в отчете, содержание выводов по работе);*

*Примерная структура содержания отчета*

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Информация о проделанной работе
4. Выводы (при необходимости)
5. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

**7. Контрольные вопросы** (контрольные вопросы или задания для самопроверки качества освоенных результатов обучения и подготовки к защите работы)

### **8. Список литературы**

1. А. С. Ястребов, М. Ю. Волокобинский, А. С. Сотенко Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты. Изд.: Академия, 2021. – 160с. Для среднего профессионального образования.

2. Баканов Г.Ф. Конструирование и производство радиоаппаратуры: учебник для студ. учреждений СПО/ Г.Ф.Баканов, С.С.Соколов. – М.: Издательский центр «Академия», 3-е изд., стер., 2021. – 384с.

3. РД 50-708-91 «Инструкция платы печатные. Требования к конструированию»

## **Приложения**

(индивидуальные задания на работу, справочный материал)

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11**

Изучение технологии доработки, модификации  
и ремонта печатного узла согласно ГОСТ

### **1. Цель работы**

### **2. Время выполнения работы**

**6 ак. часов**

**3. Краткие теоретические сведения** *(основные вопросы теории, общие теоретические сведения по работе, порядок работы с оборудованием, методика выполнения лабораторных исследований или расчетов, вопросы допуска и др.).*

### **4. Перечень оборудования**

### **5. Порядок выполнения работы (Задания)**

**6. Содержание отчета** *требования к содержанию отчета по работе (перечисление расчетов, таблиц, схем, которые требуется привести в отчете, содержание выводов по работе);*

*Примерная структура содержания отчета*

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Информация о проделанной работе
4. Выводы (при необходимости)
5. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

**7. Контрольные вопросы** (контрольные вопросы или задания для самопроверки качества освоенных результатов обучения и подготовки к защите работы)

### **8. Список литературы**

1. А. С. Ястребов, М. Ю. Волокобинский, А. С. Сотенко Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты. Изд.: Академия, 2021. – 160с. Для среднего профессионального образования.

2. Баканов Г.Ф. Конструирование и производство радиоаппаратуры: учебник для студ. учреждений СПО/ Г.Ф.Баканов, С.С.Соколов. – М.: Издательский центр «Академия», 3-е изд., стер., 2021. – 384с.

3. РД 50-708-91 «Инструкция платы печатные. Требования к конструированию»

## **Приложения**

(индивидуальные задания на работу, справочный материал)

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 12**

Подготовка и выполнение монтажа ЭРЭ в отверстия печатной платы согласно требованиям конструкторской, технологической документации и ГОСТ.

### **1. Цель работы**

### **2. Время выполнения работы**

**12 ак. часов**

**3. Краткие теоретические сведения** *(основные вопросы теории, общие теоретические сведения по работе, порядок работы с оборудованием, методика выполнения лабораторных исследований или расчетов, вопросы допуска и др.).*

### **4. Перечень оборудования**

### **5. Порядок выполнения работы (Задания)**

**6. Содержание отчета** *требования к содержанию отчета по работе (перечисление расчетов, таблиц, схем, которые требуется привести в отчете, содержание выводов по работе);*

*Примерная структура содержания отчета*

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Информация о проделанной работе
4. Выводы (при необходимости)
5. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

**7. Контрольные вопросы** (контрольные вопросы или задания для самопроверки качества освоенных результатов обучения и подготовки к защите работы)

### **8. Список литературы**

1. А. С. Ястребов, М. Ю. Волокобинский, А. С. Сотенко Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты. Изд.: Академия, 2021. – 160с. Для среднего профессионального образования.

2. Баканов Г.Ф. Конструирование и производство радиоаппаратуры: учебник для студ. учреждений СПО/ Г.Ф.Баканов, С.С.Соколов. – М.: Издательский центр «Академия», 3-е изд., стер., 2021. – 384с.

3. РД 50-708-91 «Инструкция платы печатные. Требования к конструированию»

## **Приложения**

(индивидуальные задания на работу, справочный материал)

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 13**

Подготовка и выполнение монтажа ЭРЭ на поверхность печатной платы согласно требованиям конструкторской, технологической документации и ГОСТ.

### **1. Цель работы**

### **2. Время выполнения работы**

**16 ак. часов**

**3. Краткие теоретические сведения** *(основные вопросы теории, общие теоретические сведения по работе, порядок работы с оборудованием, методика выполнения лабораторных исследований или расчетов, вопросы допуска и др.).*

### **4. Перечень оборудования**

### **5. Порядок выполнения работы (Задания)**

**6. Содержание отчета** *требования к содержанию отчета по работе (перечисление расчетов, таблиц, схем, которые требуется привести в отчете, содержание выводов по работе);*

*Примерная структура содержания отчета*

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Информация о проделанной работе
4. Выводы (при необходимости)
5. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

**7. Контрольные вопросы** (контрольные вопросы или задания для самопроверки качества освоенных результатов обучения и подготовки к защите работы)

### **8. Список литературы**

1. А. С. Ястребов, М. Ю. Волокобинский, А. С. Сотенко Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты. Изд.: Академия, 2021. – 160с. Для среднего профессионального образования.

2. Баканов Г.Ф. Конструирование и производство радиоаппаратуры: учебник для студ. учреждений СПО/ Г.Ф.Баканов, С.С.Соколов. – М.: Издательский центр «Академия», 3-е изд., стер., 2021. – 384с.

3. РД 50-708-91 «Инструкция платы печатные. Требования к конструированию»

## **Приложения**

(индивидуальные задания на работу, справочный материал)



## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 14**

### **Выполнение демонтажа ЭРЭ**

#### **1. Цель работы**

#### **2. Время выполнения работы**

**8 ак. часов**

**3. Краткие теоретические сведения** (*основные вопросы теории, общие теоретические сведения по работе, порядок работы с оборудованием, методика выполнения лабораторных исследований или расчетов, вопросы допуска и др.*).

#### **4. Перечень оборудования**

#### **5. Порядок выполнения работы (Задания)**

**6. Содержание отчета** *требования к содержанию отчета по работе (перечисление расчетов, таблиц, схем, которые требуется привести в отчете, содержание выводов по работе);*

*Примерная структура содержания отчета*

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Информация о проделанной работе
4. Выводы (при необходимости)
5. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

**7. Контрольные вопросы** (контрольные вопросы или задания для самопроверки качества освоенных результатов обучения и подготовки к защите работы)

#### **8. Список литературы**

1. А. С. Ястребов, М. Ю. Волокобинский, А. С. Сотенко Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты. Изд.: Академия, 2021. – 160с. Для среднего профессионального образования.

2. Баканов Г.Ф. Конструирование и производство радиоаппаратуры: учебник для студ. учреждений СПО/ Г.Ф.Баканов, С.С.Соколов. – М.: Издательский центр «Академия», 3-е изд., стер., 2021. – 384с.

3. РД 50-708-91 «Инструкция платы печатные. Требования к конструированию»

### **Приложения**

(индивидуальные задания на работу, справочный материал)

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 15**

Выполнение доработки,  
модификации и ремонта печатной платы согласно требованиям конструкторской,  
технологической документации и ГОСТ.

### **1. Цель работы**

### **2. Время выполнения работы**

**12 ак. часов**

**3. Краткие теоретические сведения** *(основные вопросы теории, общие теоретические сведения по работе, порядок работы с оборудованием, методика выполнения лабораторных исследований или расчетов, вопросы допуска и др.).*

### **4. Перечень оборудования**

### **5. Порядок выполнения работы (Задания)**

**6. Содержание отчета** *требования к содержанию отчета по работе (перечисление расчетов, таблиц, схем, которые требуется привести в отчете, содержание выводов по работе);*

*Примерная структура содержания отчета*

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Информация о проделанной работе
4. Выводы (при необходимости)
5. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

**7. Контрольные вопросы** (контрольные вопросы или задания для самопроверки качества освоенных результатов обучения и подготовки к защите работы)

### **8. Список литературы**

1. А. С. Ястребов, М. Ю. Волокобинский, А. С. Сотенко Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты. Изд.: Академия, 2021. – 160с. Для среднего профессионального образования.

2. Баканов Г.Ф. Конструирование и производство радиоаппаратуры: учебник для студ. учреждений СПО/ Г.Ф.Баканов, С.С.Соколов. – М.: Издательский центр «Академия», 3-е изд., стер.,2021. – 384с.

3. РД 50-708-91 «Инструкция платы печатные. Требования к конструированию»

## **Приложения**

(индивидуальные задания на работу, справочный материал)

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 16**

Выполнение доработки, модификации и ремонта печатного узла согласно требованиям конструкторской, технологической документации и ГОСТ.

### **1. Цель работы**

### **2. Время выполнения работы**

**8 ак. часов**

**3. Краткие теоретические сведения** *(основные вопросы теории, общие теоретические сведения по работе, порядок работы с оборудованием, методика выполнения лабораторных исследований или расчетов, вопросы допуска и др.).*

### **4. Перечень оборудования**

### **5. Порядок выполнения работы (Задания)**

**6. Содержание отчета** *требования к содержанию отчета по работе (перечисление расчетов, таблиц, схем, которые требуется привести в отчете, содержание выводов по работе);*

*Примерная структура содержания отчета*

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Информация о проделанной работе
4. Выводы (при необходимости)
5. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

**7. Контрольные вопросы** (контрольные вопросы или задания для самопроверки качества освоенных результатов обучения и подготовки к защите работы)

### **8. Список литературы**

1. А. С. Ястребов, М. Ю. Волокобинский, А. С. Сотенко Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты. Изд.: Академия, 2021. – 160с. Для среднего профессионального образования.

2. Баканов Г.Ф. Конструирование и производство радиоаппаратуры: учебник для студ. учреждений СПО/ Г.Ф.Баканов, С.С.Соколов. – М.: Издательский центр «Академия», 3-е изд., стер., 2021. – 384с.

3. РД 50-708-91 «Инструкция платы печатные. Требования к конструированию»

## **Приложения**

(индивидуальные задания на работу, справочный материал)

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 17**

Изучение способов контроля качества сборочных и монтажных работ.

### **1. Цель работы**

### **2. Время выполнения работы**

**4 ак. часа**

**3. Краткие теоретические сведения** (*основные вопросы теории, общие теоретические сведения по работе, порядок работы с оборудованием, методика выполнения лабораторных исследований или расчетов, вопросы допуска и др.*).

### **4. Перечень оборудования**

### **5. Порядок выполнения работы (Задания)**

**6. Содержание отчета** *требования к содержанию отчета по работе (перечисление расчетов, таблиц, схем, которые требуется привести в отчете, содержание выводов по работе);*

*Примерная структура содержания отчета*

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Информация о проделанной работе
4. Выводы (при необходимости)
5. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

**7. Контрольные вопросы** (контрольные вопросы или задания для самопроверки качества освоенных результатов обучения и подготовки к защите работы)

### **8. Список литературы**

1. А. С. Ястребов, М. Ю. Волокобинский, А. С. Сотенко Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты. Изд.: Академия, 2021. – 160с. Для среднего профессионального образования.

2. Баканов Г.Ф. Конструирование и производство радиоаппаратуры: учебник для студ. учреждений СПО/ Г.Ф.Баканов, С.С.Соколов. – М.: Издательский центр «Академия», 3-е изд., стер., 2021. – 384с.

3. РД 50-708-91 «Инструкция платы печатные. Требования к конструированию»

## **Приложения**

(индивидуальные задания на работу, справочный материал)

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 18**

Проведение контроля качества и надёжности сборки и монтажа.

### **1. Цель работы**

### **2. Время выполнения работы**

**4 ак. часа**

**3. Краткие теоретические сведения** (*основные вопросы теории, общие теоретические сведения по работе, порядок работы с оборудованием, методика выполнения лабораторных исследований или расчетов, вопросы допуска и др.*).

### **4. Перечень оборудования**

### **5. Порядок выполнения работы (Задания)**

**6. Содержание отчета** *требования к содержанию отчета по работе (перечисление расчетов, таблиц, схем, которые требуется привести в отчете, содержание выводов по работе);*

*Примерная структура содержания отчета*

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Информация о проделанной работе
4. Выводы (при необходимости)
5. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

**7. Контрольные вопросы** (контрольные вопросы или задания для самопроверки качества освоенных результатов обучения и подготовки к защите работы)

### **8. Список литературы**

1. А. С. Ястребов, М. Ю. Волокобинский, А. С. Сотенко Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты. Изд.: Академия, 2021. – 160с. Для среднего профессионального образования.

2. Баканов Г.Ф. Конструирование и производство радиоаппаратуры: учебник для студ. учреждений СПО/ Г.Ф.Баканов, С.С.Соколов. – М.: Издательский центр «Академия», 3-е изд., стер., 2021. – 384с.

3. РД 50-708-91 «Инструкция платы печатные. Требования к конструированию»