



**ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ**  
**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ**  
**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ГОРОДА МОСКВЫ**  
**«КОЛЛЕДЖ СВЯЗИ №54»**  
ИМЕНИ П.М. ВОСТРУХИНА



Утверждаю  
Директор ГБПОУ КС №54  
И.А. Павлюк  
от «  »    2018 г.

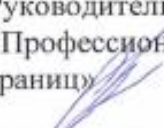
**Образовательная программа**  
**профессионального обучения по профессии 14618 «Монтажник**  
**радиоэлектронной аппаратуры и приборов» в рамках проекта**  
**«Профессиональное обучение без границ»**

Составители:  
*Шпаков Максим Анатольевич*  
*Сучков Дмитрий Андреевич*

Москва 2018 г.

Согласовано:  
Заместитель директора  
 Л.Н.Чеботарева

от «01» сентября 2018 г.

Согласовано:  
Руководитель проекта  
«Профессиональное обучение без  
границ»  
 С.А.Зязин

от «01» сентября 2018 г.

**Составители:**

Шпаков Максим Анатольевич, педагог дополнительного образования  
ГБПОУ КС № 54  
Сучков Дмитрий Андреевич, педагог дополнительного образования  
ГБПОУ КС № 54

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

## Содержание

1. Пояснительная записка .....	3
2. Учебный план .....	6
3. Календарный учебный график .....	7
4. Квалификационные характеристики .....	8
5. Содержание программы.....	9
6. Методическое обеспечение программы.....	15
7. Материально-техническое обеспечение программы.....	16
8. Контрольно-оценочные средства.....	17
9. Список литературы .....	44

## 1. Пояснительная записка.

Программа дополнительного профессионального обучения по направлению 14618 «Монтажник радиоэлектронной аппаратуры и приборов» реализуется в рамках программы «Профессиональное обучение без границ», (далее Программа), и является

Данная Программа предполагает освоение базового модуля основной программ профессионального обучения образовательной программы 14618 «Монтажник радиоэлектронной аппаратуры и приборов» по программам профессиональной подготовки по профессиям рабочих, должностям служащих за счет средств бюджета города Москвы в образовательных организациях, подведомственных Департаменту образования города Москвы

Программа построена так, что она базируется на знании школьных курсов физики, химии, математики, а обучение по этой программе позволяет подросткам получить теоретические сведения и знания по электротехнике и технологии монтажа, научиться самостоятельно выполнять несложные операции электромонтажных работ во внутренних электроустановках и проводках, самостоятельно работать с монтажными схемами электропроводок, современными инструментами электромонтажников.

Направленность: техническая

Уровень программы – базовый

Возраст обучающихся – 11-18 лет

Срок реализации программы – 8 месяцев

**Программа разработана в соответствии с требованиями:**

- ✓ Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации";
- ✓ Приказа Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 1 июля 2013 г. N 499 г. Москва;
- ✓ "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам";
- ✓ Приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 02.07.2013 N 513 "Об утверждении Перечня профессий рабочих, должностей служащих, по которым осуществляется профессиональное обучение" (Зарегистрировано в Минюсте России 08.08.2013 N 29322);
- ✓ Общероссийским классификатор ОК 016-94 профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов (ОКПДТР);
- ✓ Приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 18 апреля 2013 г. № 292 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по основным программам профессионального обучения";
- ✓ Приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 26.05.2015 N 524 "О внесении изменений в Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по основным программам профессионального обучения;

- ✓ Приказа Департамента образования города Москвы от 17.12.2014 г. «О мерах по развитию дополнительного образования детей»;
- ✓ Приказа Департамента образования города Москвы от 07.08.2015 г. «Внесение изменений в приказ Департамента образования города Москвы от 17.12.2014 г.»;
- ✓ Приказа Департамента образования города Москвы от 30.08.2016 г. «Внесение изменений в приказ Департамента образования города Москвы от 17.12.2014 г.».

Цель программы: Ранняя профессиональная социализация лиц в возрасте до восемнадцати лет. Удовлетворение потребности в профессиональном обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Расширение интереса к трудовому и профессиональному обучению в условиях структурных изменений на рынке труда, роста конкуренции, определяющих постоянную потребность экономики города Москвы в профессиональной мобильности молодежи раннее развитие, профессиональных навыков. Сведение к минимуму возможных травм при работе с компьютерной техникой и периферийном оборудовании, приобретение опыта и достижение результатов путем формирования системы знаний и умений при изучении аппаратного и программного обеспечения.

***Формы и режим занятия.***

Формы проведения занятий делятся на:

- групповые – для всей группы, посвященные практическим занятиям и обсуждению теоретических вопросов;
- индивидуальные консультации в рамках групповых занятий.

Режим во время занятий в лаборатории включает в себя следующие моменты:

- организационный (сбор всех обучающихся проведение техники безопасности);
- раздача оборудования и инструмента;
- занятия по учебному плану;
- перемена;
- выявление допущенных ошибок, поиск их решения;
- конец занятий.

Программа может корректироваться с учетом имеющейся материально-технической базы и контингента обучающихся. Количество детей в группе до 15 человек.

Обучающиеся занимаются:

- ✓ 1 раз в неделю по 4 часа (45 минут с переменной 15 минут).

Количество учебных недель в году – 32.

***Общее количество часов в год составляет:***

- ✓ 128 часов;

***Ожидаемые результаты и способы определения их результативности.***

По окончании курса обучения, обучающиеся

***Будут уметь:***

- организовывать электромонтажные работы, производить подготовительные работы;

- принимать сооружения под монтаж, комплектовать монтажные работы необходимым инструментами, оборудованием, заготовками, материалами;

- производить слесарные работы, пользоваться разнообразным электромонтажным инструментом, приспособлениями и оборудованием;

- устанавливать крепежные детали и опорные конструкции;

- выполнять сверлильные и пробивные работы;

- выполнять соединение жил проводов и кабелей различными способами;

- производить несложные электро – газосварочные работы;

- производить монтаж заземляющих устройств.

***Будут знать:***

- организацию электромонтажных работ, состав и технологию выполнения подготовительных работ;

- правила приемки сооружений под монтаж, правила приемки и хранения инструмента, оборудования и материалов;

- назначение и устройство кабельных изделий;

- способы соединения и оконцевания жил проводов и кабелей;

- общие сведения о электро-, газосварочном оборудовании;

- слесарные работы, такелажные и стропальные работы;

- электромонтажный инструмент, приспособления и оборудование;

- техническую документацию на электромонтажные работы.

Формы подведения итогов реализации программы.

Во время обучения по программе «Профессиональное обучение без границ» обучающиеся принимают участие в городских конкурсах, олимпиадах, окружных и внутриколледжных конференциях по электромонтажным работам, а также могут принимать участие в соревнованиях **JuniorSkills** по компетенции «Электроника».

По окончании профессионального обучения обучающийся сдает квалификационный экзамен, по результатам которого получает свидетельство о профессии рабочего, должности служащего с присвоением квалификации (разряда, класса, категории и т.д.).

## 2. Учебный план

Программа дополнительного профессионального обучения по направлению 14618 «Монтажник радиоэлектронной аппаратуры и приборов» реализуется в рамках проекта «Профессиональное обучение без границ».

### Контингент обучаемых:

лица различного возраста с ограниченными возможностями здоровья (с различными формами умственной отсталости), не имеющие основного общего или среднего общего образования и лица до 18-ти лет, не имеющие основного общего или среднего общего образования

**Длительность обучения:** 8 мес.

**Форма обучения:** очная

**Режим занятий:** 1 раз в неделю (в зависимости от года обучения)

**Недельная нагрузка:** 4 часа в неделю

**Минимальный уровень образования принимаемых на обучение:** обучающиеся не имеющие основного общего или среднего общего образования и лица до 18-ти лет

**Уровень получаемого образования:**

Профессиональное обучение по программам профессиональной подготовки по профессиям рабочих и должностям служащих

**Диапазон тарифных разрядов:** 2 -3 разряд

№ п/п	Наименование дисциплин	Всего часов	из них	
			лекции	практические и семинар. занятия
1	Общетехнический курс	30	20	10
2	Специальный курс	44	28	16
3	Практическое обучение	50		50
	Квалификационный экзамен	4		4
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>128</b>	<b>48</b>	<b>80</b>





## 4. Квалификационные характеристики

Профессия 14618 «Монтажник радиоэлектронной аппаратуры и приборов»

Квалификация – «Монтажник радиоэлектронной аппаратуры и приборов» (2-й разряд)

### Характеристика работ.

Монтаж простых узлов, блоков, приборов, радиоустройств, печатных плат, секций фильтров и панелей радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры дальней и проводной связи по простым монтажным схемам и чертежам с полной заделкой проводов и соединений во всех видах производства, очистка, герметизация, крепление с помощью клеев, мастик. Демонтаж отдельных радиоэлементов, установленных на клей, мастику. Прокладка экранированного и высокочастотного кабеля с разделкой и распайкой концов проводников по простым монтажным схемам. Укладка мягких и гибких проводов по шаблонам. Изоляция и экранирование отдельных проводов и перемычек. Накладка нитяных и металлических бандажей. Подготовка ЭРЭ к пайке. Нарезка монтажных проводов с зачисткой и лужением концов. Производство монтажа методом накрутки. Испытание и проверка производственного монтажа на полярность, обрыв, короткое замыкание и правильность подключения с применением электроизмерительных приборов. Распайка простых демонтируемых приборов с заменой отдельных элементов. Монтаж отдельных узлов на микроэлементах. Подготовка ЭРЭ к герметизации, креплению с помощью клеев, мастик.

**Должен знать:** способы монтажа мягких и жестких схем по шаблону; способы формовки выводов ЭРЭ и требования, предъявляемые при работе с микросхемами; устройство и принцип действия монтируемой аппаратуры; наименование и маркировку применяемых при монтаже материалов и ЭРЭ; способы монтажа простых узлов, блоков, приборов, радиоустройств, печатных плат, телефонных устройств и т.д.; способы демонтажа ЭРЭ в лакированном монтаже; особенности монтажа печатных схем; правила включения монтируемых элементов в контрольно-испытательную сеть; условные обозначения приборов, узлов, ЭРЭ в монтажной схеме; способы вязки простых жгутов по монтажным схемам; назначение применяемых контрольно-измерительных инструментов, приборов и правила пользования ими; электрические и механические свойства наиболее распространенных проводов, кабелей и изоляционных материалов, применяемых клеев, мастик, герметиков, лаков, очистных смесей; основы электро- и радиотехники.

## 5. Содержание программы

пп	Темы и разделы	Количество часов		
		всего	теория	практика
<b>1.</b>	<b>Общетехнический курс</b>	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>10</b>
1.1.	Введение. Охрана труда и техника безопасности.			
1.2	Разновидности схем радиоэлектронных устройств Тема 1 Принципиальные схемы. Монтажные схемы. Тема 2 Функциональные схемы. Структурные схемы			
1.3.	Раздел 3 Материалы, используемые, при монтаже и сборке техники Тема 1 Проводники и диэлектрики. Тема 2 Магнитные свойства применяемых материалов Тема 3 Теплоотводы и системы охлаждения			
1.4.	Раздел 4 Компоненты электронных схем Тема 1 Пассивные компоненты Тема 2 Активные компоненты Тема 3 Виды корпусов			
<b>2.</b>	<b>Специальный курс</b>	<b>44</b>	<b>28</b>	<b>16</b>
2.1.	Оборудование и приспособления			

	<p>для монтажа РЭА.</p> <p>Паяльное оборудование.</p> <p>Монтажное оборудование.</p>			
2.2.	<p>Устройства и приборы, используемые. при монтаже и сборки.</p> <p>Микроскопы Электронные микроскопы.</p> <p>Контроль качества готового изделия.</p> <p>Типы осциллографов.</p> <p>Типы генераторов.</p>			
3.	<b>Практическое обучение</b>	<b>50</b>		<b>50</b>
3.1.	<p>Пайка радиоэлектронных компонентов.</p> <p>Конструкция паяльника.</p> <p>Назначение флюсов.</p> <p>Флюсы: активные, пассивные</p> <p>Виды припоев.</p> <p>Отмывочные средства.</p> <p>Лужение проводников.</p> <p>Соединения проводников пайкой</p> <p>Методика пайки пассивных компонентов.</p> <p>Методика пайки пассивных компонентов.</p> <p>Методика пайки активных компонентов.</p>			
3.2.	Технология изготовления			

	<p>печатных плат</p> <p>Выбор основы для печатной платы.</p> <p>Подготовка печатной платы.</p> <p>Нанесение изображения на печатную плату.</p> <p>Химическое травление печатной платы.</p> <p>Фрезерование печатной платы.</p> <p>Сверление отверстий в печатной плате.</p> <p>Лужение печатной платы.</p>			
3.3.	<p>Принципы работы микроконтроллеров.</p> <p>Характеристики микроконтроллеров.</p> <p>Виды контроллеров.</p> <p>Внешние генераторы и кварцевые резонаторы.</p> <p>Устройства для программирования микроконтроллеров.</p> <p>Внутрисхемное программирование.</p> <p>Восстановление заблокированных элементов памяти.</p> <p>Создание простейших программ</p>			
3.4.	<p>Моделирование и трассировка печатных плат.</p>			

	Программы для трассировки печатных плат. Ручная трассировка. Автоматическая трассировка Трассировка устройства по принципиальной схеме. Трассировка устройства по принципиальной схеме.			
3.5.	Сборка устройств средней сложности			
3.6.	Пуско-отладочные работы.			
4	<b>Квалификационный экзамен</b>	<b>4</b>		<b>4</b>
	<i><b>Итого (час):</b></i>			

## **Введение. Охрана труда и техника безопасности**

Содержание, цели и задачи образовательной программы. Изучаемые разделы. Знакомство с учебной базой и технической литературой.

Основные требования охраны труда и техники безопасности при выполнении работ, связанных с электричеством. Опасные токи и напряжения.

Проведение инструктажа по технике безопасности.

## **Разновидности схем радиоэлектронных устройств**

Общие сведения о схемах.

Графическое представление элементов.

Принципиальные схемы.

Монтажные схемы. Функциональные схемы.

Структурные схемы. Сборочные чертежи.

## **Материалы, используемые. При монтаже и сборке техники**

Проводники и диэлектрики.

Свойства и способы их обработки.

Магнитные свойства применяемых материалов

Теплоотводы и системы охлаждения

## **Компоненты электронных схем**

Пассивные и активные элементы.

Типоразмеры элементов

Виды корпусов.

Виды соединений в электронных схемах

Классификация резисторов

Классификация транзисторов

## **Оборудование и приспособления для монтажа РЭА**

Паяльное оборудование (паяльники, паяльные станции, паяльные фены для пайки горячим воздухом, термопинцеты, прецизионный простой и антистатический инструмент, демонтажные паяльные станции, установки лазерной пайки и инфракрасной, метод стоячей волны, термопинцеты)

## **Устройства и приборы, используемые. При монтаже и сборки**

.  
Микроскопы Электронные микроскопы. Контроль качества готового изделия Типы осциллографов генераторов, их параметры, общая методика регулировки Меры безопасности при работе с оборудованием.

## **Пайка радиоэлектронных компонентов**

Флюсы: активные, пассивные, жидкие, твердые, смываемые, несмываемые

Припой: мягкие, твердые, бес свинцовые специальные низкотемпературные сплавы для лужения и химического покрытия печатных плат.

Технология подготовки плат и элементов к пайке. Специальные отмывочные средства, Использование ультразвуковых ванн

Общие методики пайки радиоэлементов

## **Технология изготовления печатных плат**

Изготовление печатных плат с использованием фоторезистивных химических пленок. Химия, предназначенная для изготовления печатных плат. Специализированный инструмент для фрезеровки и сверловки посадочных отверстий. Способы покрытия плат защитными диэлектрическими материалами и их маркировка. Подготовка плат к пайке.

## **Принципы работы микроконтроллеров**

Характеристики микроконтроллеров. Виды контроллеров. Внешние генераторы и кварцевые резонаторы. Устройства для программирования микроконтроллеров. Внутрисхемное программирование, восстановление заблокированных элементов памяти.

### **Моделирование и трассировка печатных плат**

Программы для трассировки печатных плат, компьютерное моделирование. Автоматическая трассировка. Трассировка однослойных и двухслойных плат

### **Сборка устройств средней сложности**

Обработка монтажных проводов с полной заделкой и распайка проводов и соединений для подготовки к монтажу, обработка и крепление жгутов средней и сложной конфигурации, изготовление средних и сложных шаблонов по принципиальным и монтажным схемам.

### **Пуско-отладочные работы**

Проверка работоспособности изделия. Выявление ошибок в работе устройства. Корректировка работы устройства. Мелкий ремонт.

Заключительное занятие. Подведение итогов реализации Программы итоговое тестирование. Квалификационный экзамен.

## **6. Методическое обеспечение программы.**

При реализации Программы в учебном процессе используются методические пособия, дидактические материалы, фото и видео материалы, технические журналы и книги, материалы на компьютерных носителях.

Теоретические занятия проводятся с использованием элементов активных форм познавательной деятельности в виде бесед, диспутов, вопросов и ответов. Используются:

- словесные методы обучения – в виде лекций, объяснений, рассказов, бесед, диалогов, консультаций;
- методы проблемного обучения - в виде проблемного изложения материала, постановки проблемного вопроса;
- методы графических работ - в виде составления чертежей, работы с плакатами;
- наглядные методы обучения - в виде использования плакатов, макетов, деталей и узлов радиоэлектронных схем.

Практическое занятие проводится в мастерской как практический урок с использованием элементов активных форм познавательной деятельности в виде самостоятельной деятельности.

. Используются:

- словесные методы в виде объяснения;
- наглядные методы в виде показа;
- игровые методы.

Для диагностики личностного развития используются результаты выполнения практических заданий. Усвоение теоретического материала контролируется при помощи опроса и письменных ответов на вопросы.

Итоговые (заключительные) занятия объединения проводятся в форме теоретического (письменного) и практического экзамена, включающего в себя общетеоретическую подготовку (приложение №4 - примерный перечень вопросов) и монтажа печатной платы.



## **7. Материально-техническое обеспечение программы**

Для успешного выполнения программы предусмотрен один кабинет для проведения теоретических занятий и одна лаборатория для проведения лабораторно-практических занятий.

Кабинет для проведения теоретических занятий оборудован мультимедийным компьютером с видеопроектором, DVD-проигрывателем и другой техникой. В кабинете имеется необходимая техническая литература.

Лаборатория оборудована необходимой КИА и оборудованием (источники питания, генераторы низкой и высокой частоты, генераторы специальных сигналов, осциллографы, образцы РЭА – радиоприемники, телевизоры, магнитофоны, акустические системы, компьютерная оргтехника, радиоэлементы).

Для моделирования и анализа работы электрических схем, закрепления полученных теоретических знаний в лабораториях имеются 12 компьютеров, принтер.

Обеспечен доступ в сеть Интернет.

## 8. Контрольно-оценочные средства

### 8.1. Тест на наличие первоначальной подготовки.

1. Для чего используются при монтаже транзисторов радиаторы?
  - а) для удобства пайки;
  - б) для теплоотвода;
  - в) для улучшения качества пайки;
  - г) для повышения эстетичности пайки.
2. Зависит ли друг от друга работа электрических лампочек при последовательном соединении?
  - а) при перегорании одной из них путь тока прекращается;
  - б) работа лампочек не зависит друг от друга;
  - в) при перегорании одной перегорают все;
  - г) при перегорании одной остальные лампочки работают.
3. Чему равна частота переменного тока промышленной сети России?
  - а) 60Гц;
  - б) 50Гц;
  - в) 220Гц;
  - г) 0Гц.
4. С какими полюсами источника тока соединяют полюсы аккумулятора при его зарядке?
  - а) соединяют произвольно;
  - б) положительный полюс аккумулятора соединяют с положительным полюсом источника тока, а отрицательный полюс аккумулятора – с отрицательным полюсом источника тока;
  - в) отрицательный полюс аккумулятора соединяют с положительным полюсом источника тока, а положительный полюс аккумулятора – с отрицательным полюсом источника тока;
  - г) аккумулятор нельзя заряжать.
5. Как называется прибор для измерения силы тока?
  - а) ваттметр;
  - б) амперметр;
  - в) омметр;
  - г) вольтметр.
6. Что символизирует стрелка эмиттера на схеме транзистора?
  - а) направление тока через транзистор;
  - б) направление тока через источник;
  - в) направление распространения волн;
  - г) направление движения кулоновских сил.
7. Указать цоколевку биполярных транзисторов.
  - а) исток, сток, затвор;
  - б) эмиттер, коллектор, база;

- в) анод, катод;  
г) не имеют цоколевки.
8. В ознаменовании изобретения какого ученого Советское правительство в 1945 году установило ежегодный праздник 7 мая – день Радио?
- а) Генрих Герц;  
б) Александр Попов;  
в) Георг Ом;  
г) Александр Лодыгин.
9. Как называются вещества, которые применяются для того, чтобы подготовленные к пайке места деталей или проводников не окислялись во время их прогрева паяльником?
- а) флюсы;  
б) припои;  
в) присадки;  
г) диэлектрики.
10. Что такое электрический ток?
- а) это хаотичное движение заряженных частиц в замкнутом объеме;  
б) это направленное движение заряженных частиц под действием электрического поля;  
в) это поток положительных ионов;  
г) это поток отрицательных ионов.
11. Как называются материалы, содержащие большое количество свободных электронов?
- а) полупроводники;  
б) проводники;  
в) диэлектрики;  
г) изоляторы.
12. Как называется противодействие упорядоченному потоку электронов?
- а) индуктивность;  
б) аккумуляция;  
в) сопротивление;  
г) усиление мощности.

### **8.2. Перечень вопросов по итоговой аттестации.**

1. При работе с какими ЭРЭ обязательно пользоваться заземленными инструментами и антистатическим браслетом?
- а) Резисторы.  
б) Конденсаторы.  
в) Полевые транзисторы и микросхемы.  
г) Трансформаторами.
2. Какой документ является основным при монтаже элементов на плату?
- а) принципиальная схема.  
б) монтажная схема.

в) схема соединений.

г) структурная схема.

3 С какой целью применяют флюс?

а) для защиты от окисления.

б) для растворения поверхности металла.

в) для растворения и удаления оксидной пленки и улучшения растекаемости припоя.

г) для улучшения герметичности спая.

4 Время облуживания выводов микросхем?

а) 3 секунды.

б) 2 секунды.

в) 5 секунды.

г) 4 секунды.

5 Укажите верную последовательность обработки выводов элементов

а) рихтовка, формовка, лужение, зачистка.

б) формовка, лужение, рихтовка, зачистка.

в) рихтовка, зачистка, лужение, формовка.

г) лужение, зачистка, формовка, рихтовка.

6 Какой вывод транзистора присоединяется первым, при подключении его к источнику питания?

а) эмиттера.

б) коллектора.

в) базы.

г) не имеет значения.

7 Документ, определяющий полный состав элементов и связей между ними, используемый для изучения принципа работы изделия

а) монтажная схема.

б) спецификация.

в) принципиальная схема.

г) перечень элементов.

8 Каковы причины дефекта пайки «непропай»?

а) Недостаточный нагрев паяного соединения.

б) Излишек флюса.

в) Перегрев паяльника.

г) Излишек припоя.

9 Что из нижеперечисленного создает электростатический заряд на рабочем месте?

а) Обувь из кожзаменителя.

б) Очистка платы металлическими предметами.

в) Жало паяльника.

г) Резиновый коврик.

10 Для чего используются круглогубцы?

а) Для изгибания проводов.

б) Для формовки выводов электронных элементов перед установкой на плату.

в) Для формовки выводов микросхем.

г) Для монтажа и демонтажа винтовых соединений.

11 Как изменяется температура плавления припоя при увеличении содержания свинца?

а) температура не изменяется и зависит от содержания олова.

б) Температура увеличивается.

в) Температура уменьшается.

г) Температура не изменится.

12 Припой, имеющие температуру плавления до 350 градусов относятся,

а) к твердым припоям.

б) к жидким припоям.

в) к мягким припоям.

г) к мало-сурьмянистым припоям.

13 Укажите формулу для определения сопротивления на участке цепи

А.  $R=U/I$

Б.  $R=R_1+R_2$

В.  $R=P/I^2$

14 На сколько градусов смещены в пространстве ода относительно другой фазы в трёхфазном генераторе?

А. 450

Б. 1200

В. 1800

15 Какая из приведенных букв кодирования конденсаторов соответствует множителю 10<sup>9</sup> для значения емкости, выраженных в фарадах?

А. п

Б. н

В. Мк

Г. м

Д. ф

16 Какой из приведенных кодов соответствует значению сопротивления резистора 33,2 кОм?

А. 332К

Б. 33К2

В. 3К32

Г. 33R2

17 В какой схеме включения транзистора можно получить самое высокое усиление по мощности?

а) в схеме с общей базой

б) в схеме с общим эмиттером

в) в схеме с общим коллектором

г) все ответы верны

18 Как называется усилитель постоянного тока с очень высоким усилением?

а) видеоусилитель

б) дифференциальный усилитель

в) операционный усилитель

г) усилитель радиочастоты

19 При каком соединении реактивных элементов в цепи может возникнуть резонанс напряжений?

а) параллельном

б) последовательном

в) комбинированном

г) нет верного ответа

20 Как включается в измерительную цепь вольтметр?

а) последовательно

б) параллельно

в) не имеет значения

21 К какому логическому элементу относится условное графическое изображение

а) И

б) ИЛИ

в) ИЛИ-НЕ

г) И-НЕ

22 Что такое полная электрическая цепь?

А) Это электрическая цепь с разнообразными элементами цепи.

Б) Это электрическая цепь, включающая в себя источник электропитания и потребитель.

В) Это электрическая цепь с переключателями.

Г) Это электрическая цепь с нелинейными элементами.

Д) Это электрическая цепь с рядом источников электропитания.

23 Что такое «потребитель» в электрической цепи?

А) Потребителем называется устройство, подключенное проводами к основной цепи.

Б) Это часть цепи, подключенная через счетчик электроэнергии.

В) Это часть цепи, содержащая элементы, превращающие электроэнергию в другие виды энергии, например, тепловую энергию, механическую, химическую и т.д.

Г) Это часть цепи, не содержащая источников электропитания.

Д) Это часть цепи, подключаемая через разъемы, выключатели и прочую коммутационную аппаратуру.

24 Что такое индуктивность?

А) Индуктивность - способность элемента накапливать энергию в создаваемом магнитном поле.

Б) Это сопротивление катушки индуктивности прохождению через нее переменного тока определенной частоты.

В) Индуктивность – это число витков, намотанных на катушку индуктивности.

Г) Индуктивность зависит от частоты протекающего по катушке переменного тока.

25 От каких факторов зависит сила, действующая на проводник с током, при наличии магнитного поля?

А) Сила пропорциональна величине магнитной индукции и длине проводника.

- Б) Сила пропорциональная диаметру проводника.  
 В) Величина силы зависит от материала проводника.  
 Г) Сила пропорциональная длине проводника, величине магнитной индукции и силе тока в проводнике.
- 26 Измерительный прибор какой системы не работает на переменном токе?  
 А) Электромагнитной.  
 Б) Электродинамической.  
 В) Электростатической.  
 Г) Магнитоэлектрической.

### 8.3. Термины и определения.

№ п/п	Наименование (термин)	Определение
1	Генератор сигналов	это устройство, позволяющее получать сигнал определённой природы (электрический, акустический и т.д.), имеющий заданные характеристики (форму, энергетические или статистические характеристики и т. д.).
2	Диод	электронный элемент, обладающий различной проводимостью в зависимости от направления электрического тока.
3	Кварцевый резонатор	прибор, в котором пьезоэлектрический эффект и явление механического резонанса используются для построения высокочастотного резонансного элемента электронной схемы.
4	Микроконтроллер	микросхема, предназначенная для управления электронными устройствами. Типичный микроконтроллер сочетает на одном кристалле функции процессора и периферийных устройств, содержит ОЗУ и (или) ПЗУ. По сути, это однокристалльный компьютер, способный выполнять относительно простые задачи.
5	Микросхема	микроэлектронное устройство — электронная схема произвольной сложности (кристалл), изготовленная на полупроводниковой подложке (пластине или плёнке) и помещённая в неразборный корпус, или без такового, в случае вхождения в состав микросборки[1].
6	Монтажная схема	это чертежи, показывающие реальное расположение компонентов как внутри, так и снаружи объекта, изображённого на схеме.
7	Мультиметр	комбинированный электроизмерительный прибор, объединяющий в себе несколько функций.

8	Операционный усилитель	усилитель постоянного тока с дифференциальным входом и, как правило, единственным выходом, имеющий высокий коэффициент усиления.
9	Осциллограф	прибор, предназначенный для исследования (наблюдения, записи; измерения) амплитудных и временных параметров электрического сигнала, подаваемого на его вход, либо непосредственно на экране
10	Паяльная станция	класс специального оборудования радиотехнической промышленности, предназначенного для осуществления операций единичной или групповой пайки.
11	Печатная плата	пластина из диэлектрика, на поверхности и/или в объеме которой сформированы электропроводящие цепи электронной схемы.
12	Припой	металл или сплав, применяемый при пайке для соединения заготовок и имеющий температуру плавления ниже, чем соединяемые металлы.
13	Симистор	полупроводниковый прибор, являющийся разновидностью тиристоров и используемый для коммутации в цепях переменного тока.
14	Тиристор	выполненный на основе монокристалла полупроводника с тремя или более p-n-переходами и имеющий два устойчивых состояния: закрытое состояние, то есть состояние низкой проводимости, и открытое состояние, то есть состояние высокой проводимости.
15	Транзистор	радиоэлектронный компонент из полупроводникового материала, обычно с тремя выводами, позволяющий входным сигналом управлять током в электрической цепи
16	Трассировка	один из этапов проектирования радиоэлектронной аппаратуры, заключающийся в пошаговом проектировании структуры проводников вручную или с использованием одной из САПР печатных плат.
17	Флюс	вещества (чаще смесь) органического и неорганического происхождения, предназначенные для удаления оксидов с поверхности под пайку, снижения поверхностного натяжения, улучшения растекания жидкого припоя и/или защиты от действия окружающей среды
18	Паяльная паста	механическая смесь порошка припоя, связующего вещества (или смазки), флюса и некоторых других компонентов.



## 8.4. Комплект практических заданий

### ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА

**Стол радиомонтажника** состоит из:

- столешницы покрытой пластиком,
- блока питания с напряжениями 36, 27 и 3 вольта (расположен с правой стороны под столешницей),
- ящика для личных вещей (расположен слева под столешницей),
- ящика для отходов производства (расположен по центру под столешницей),
- специальной подставки с изоляционным покрытием, или резиновый коврик,
- лампы индивидуального освещения (над столешницей)
- раструба вытяжной вентиляции.

Освещение в помещениях, связанных с радиомонтажом, должно быть **комбинированным**.

Комбинированное освещение = **естественное + общее + местное**.

Вентиляция в помещениях, связанных с пайкой и лужением должна быть **приточной и вытяжной**.

При подготовке рабочего места необходимо руководствоваться основным правилом: инструмент и приспособления, которые берутся правой рукой, кладут справа, которые берут левой рукой, кладут слева.

#### **Монтажный инструмент:**

**Бокорезы** (кусачки боковые 30°) предназначены для перекусывания провода или вывода радиоэлементов, в том числе и в труднодоступных местах.

**Утконосы** (плоскогубцы с удлиненными губками) – для захвата и изгибания провода и выводов РЭ, в том числе и в труднодоступных местах.

**Круглогубцы** – для захвата и выгибания конца провода и вывода РЭ по различным радиусам петель.

**Пинцет** прямой – для поддержания концов провода и выводов РЭ при монтаже и пайке.

**Ножницы** прямые – для резки различных материалов, трубок, ниток.

**Скальпель** – для резки различных материалов.

**Электронож** – для снятия изоляции с монтажных проводов.

**Инструмент** для снятия изоляции - для снятия изоляции с монтажных проводов.

**Паяльник** – для выполнения операции пайки.

## МОНТАЖНЫЕ ПРОВОДА

Монтажные провода могут быть многожильные или одножильные, изолированные или неизолированные.

Пример маркировки проводов:

**МГШВ** – 0,35 – провод монтажный гибкий в шелковой оплетке с полихлорвиниловой изоляцией, цифры показывают диаметр провода.

**МГТФ -0,12** – провод монтажный гибкий теплостойкий изоляция из фторопласта–4, 0,12мм – диаметр провода.

<i>Марка</i>	<i>Материал изоляции и защитной оболочки</i>	Max U /В/	t экспл /°С/
МГВ	Полихлорвиниловый пластикат	500	-40 +70
МГВЭ	Полихлорвиниловый пластикат		
МГВЛ	Полихлорвиниловый пластикат и защитной оплетке		
МГВЛЭ	Полихлорвиниловый пластикат		
МШВ	Пленочная и волокнистая триацетатная	380	-50 +60
<b>МГШВ</b>	<b>Изоляция из полихлорвинила</b>	<b>380</b>	<b>-45 +70</b>
МГШВЭ			

<i>МГШВЛ</i>	Волокнистая изоляция в полихлорвиниловой оболочке и защитной оплетке	1000	-60 +60
МОГ	Шелковая лакоткань	1000	-60 +60
МГТЛ	Лавсановая изоляция	1000	-60 +60
<b>МГТФ</b>	<b>Теплостойкие с фторопластовой изоляцией</b>	<b>1000</b>	<b>-60+200</b>
МГТФЛ			
ЛПЛ-2	Хлопчатобумажная пряжа	1000	-60 +60
МЦСЛ	Стекловолокно, лак	1000	-60 +60

### Правила обработки провода:

1. Отрезать провод на заданную длину (ножницы, бокорезы, скальпель, специальное приспособление для нарезки провода).
2. Снять изоляцию с обоих концов провода на заданную длину (величину) (электронож, механическое приспособление для снятия изоляции).
  - Запрещено снимать изоляцию бокорезами, ножом, зубами и т.п..
  - Величина потемнения и оплавления изоляции после электрообжига не должна превышать 1 мм.
3. Скрутить металлическую жилу по часовой стрелке без перевивов и перехлестов.
4. Облудить металлическую часть жилы. Луженая поверхность должна быть блестящей, гладкой; без пор, сосулков, посторонних вкраплений и других дефектов.

### КРЕПЛЕНИЕ ПРОВОДОВ НА ЛЕПЕСТКИ И КОНТАКТЫ

1. Присоединение жил монтажных проводов к контактными лепесткам осуществлять таким образом, чтобы длина оголенной части жилы монтажного провода от торца изоляции до места пайки была **не более 2 мм и не менее 0,5 мм** (общие требования). Если расстояние между контактными лепестками меньше 5 мм, то оголение проводов не должно превышать 1,5 мм.
  - Все закрепленные на лепестках концы монтажных проводов должны быть **плотно обжаты**.

- При креплении проводов к контактными лепесткам надо ввести жилу в отверстие лепестка и загнуть ее по радиусу так, чтобы образовался крючок.
- На штырьковом лепестке каждый провод должен быть закреплен самостоятельно.

## 2. При монтаже необходимо соблюдать следующие **правила**:

- Соединение проводов и элементов осуществлять при помощи лепестков, стоек, планок с механическим креплением. **Пайка встык и в на хлест - запрещена.**
- Монтажные провода с контактными лепестками соединять без натяжения с учетом запаса длины 20-25мм для 1-2 перепаяек.
- Монтажные провода должны быть сплошными. **Сращивание не допустимо.**
- **Провода** для электромонтажных соединений не должны иметь **повреждений, прожогов, надрезов и других дефектов снижающих их механическую и электрическую прочность.**
- Электромонтажные провода не должны иметь натяжения после монтажа.
- На один опорный вывод допускается крепить **не более трёх проводов**, включая выводы навесных элементов, а для высокочастотных схем - **не более четырёх проводов.**
- При **формовке** проводов или выводов радиоэлементов допускается наличие следов от инструмента, без нарушения металлического покрытия. **Механическое повреждение запрещено.**
- **Обработка паяк режущим инструментом запрещена.**
- Для паяк применять только безкислотные флюсы.

## ПАЙКА МОНТАЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

**ПАЙКА** – это процесс получения межсоединения при котором соединяемые детали нагреваются, но ниже температуры их плавления, а зазор между ними заполняется расплавленным припоем, после кристаллизации образуется прочный шов.

Качественная пайка должна быть: **блестящей** или светло-матовой, **гладкой** без пор, загрязнений, наплывов, выпуклостей, инородных вкраплений, **«скелетной»**, то есть под припоем должен быть виден контур подпаянных проводов или выводов.

Припой должен заливать место соединения со всех сторон, заполняя щели и зазоры между проводами (выводами) и контактами, количество припоя, необходимого для пайки, должно быть минимальным.

Количество флюса, наносимого на место пайки, должно быть минимальным. Обильное смачивание флюсом недопустимо.

### **Условия получения качественной пайки:**

Для получения качественной пайки необходимо обеспечить:

1. Хорошую смачиваемость соединяемых поверхностей:
  - Все детали должны быть облужены (к чему припаиваем, что припаиваем, чем припаиваем);
  - Правильно подобрать флюс и припой.
2. Соблюдение заданных режимов пайки:
  - Температурный (температура нагрева паяльника должна превышать температуру плавления припоя на  $30^{\circ}$ - $40^{\circ}$ ).;
  - Временной (время пайки не более 5 секунд, чаще всего 2-3 секунды).
3. Надежная фиксация соединяемых поверхностей на этапе кристаллизации.

### **Подготовка паяльника к работе:**

1. Внешний осмотр – при осмотре электропаяльника убедитесь в том, что соединительный провод без изломов и прожогов жил, надёжно изолирован по всей длине, имеет исправную штепсельную вилку; стержень паяльника не качается. Рукоятка не имеет трещин.

2. Зачистка или заправка рабочей части жала паяльника.

Форма и геометрическая заточки жал паяльников:

- Короткий клин под углом  $60^{\circ}$
- Длинный клин под углом  $45^{\circ}$
- Цилиндр с косым срезом под углом  $60^{\circ}$

3. Облуживание рабочей части паяльника.

4. Сделать несколько пробных паек.

## Припой и флюсы

Припой – сплав, выполняющий роль связки в паяемом соединении. Припои делятся на твердые (температурой плавления выше 300°) и мягкие (температура плавления ниже 300°), в радиотехнике и в средствах вычислительной техники применяют только мягкие припои.

Флюс служит для обезжиривания поверхности и способствует лучшему проникновению припоя в трудно доступные места. Для работы с твердыми припоями применяют кислотные флюсы, для работы с мягкими припоями безкислотные, которые подразделяются на смолосодержащие и смолонесодержащие.

Чаще всего применяются:

марка	название	% содержание	t°плавл
ПОС-61	припой оловянно-свинцовый	61% содержания олова	190°
ПОС-40	припой оловянно-свинцовый	40% - олова	235°
ПОСК-50	припой олово, свинец, кадмий	50% - олова	145°
ПОСВ-33	припой олово, свинец, висмут	33% - олова	130°
ФКСп	Флюс канифолеспиртовый	10-40% канифоль; 90-60% спирт этиловый	

## ДРУГИЕ ВИДЫ МОНТАЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

### Сварка электромонтажных соединений

**Сварка** – это процесс получения неразъёмного соединения при котором, соединяемые детали нагреваются выше температуры их плавления и одна деталь (материал) оплавляется или вплавляется в другую.

Сварка в радиотехнике применяется **дуговая** и **точечная**. Точечная может быть получена двумя способами: **электроконтактным** и **конденсаторным**.

Сварное соединение должно быть **без пор, трещин, раковин, пережогов** или **непроваров**, уменьшающих его механическую прочность. Форма сварного соединения должна быть близка к сфере, симметричной относительно контактной опоры (лепестка).

Контроль производят **визуально** с помощью лупы 4-10 кратного увеличения, сравнивая с утвержденным эталоном. Для скрытых дефектов – рентгенотелевизионный микроскоп.

**Т.Б.** - при пользовании сварочной аппаратурой необходимо **заземление**. Во избежание ожогов **запрещается** непосредственно после сварки брать за рабочую часть инструмента, а при замене электродов и во время ремонта сварочный аппарат должен быть **отключен**. Запрещено работать на **неисправном оборудовании**. Места крепления проводов – надежно **изолированы**, рабочее место отгорожено **щитами** для защиты окружающих от излучений сварной дуги. При сварке необходимо пользоваться **защитными очками**, под ногами – **резиновый коврик**, место оборудовано **вытяжной вентиляцией**.

### **Ультразвуковая пайка электромонтажных соединений**

Этот метод пайки широко применяют для пайки и лужения изделий из алюминия, керамики, ферритов и других труднопаяемых материалов и особенно для пайки тех изделий, где нежелательно использование высокоактивных флюсов, остатки которых могут вызвать коррозию.

Введение упругих механических колебаний ультразвуковой частоты (18 кГц и более) в расплавленный припой (при амплитуде их 1 мкм и выше) приводит к **кавитации**, то есть периодическому возникновению и исчезновению газовых пузырьков. Постепенная эрозия наружных слоев детали открывает чистый металл, который тут же смачивается припоем.

При проведении ультразвуковой пайки (лужения) применяют паяльники с нагревом паяльного стержня. Ввиду того что рабочий стержень паяльника подвергается кавитационному разрушению, его выполняют из стойкого серебряно-никелевого сплава.

Лужение деталей осуществляется в ультразвуковой ванне, в которой излучателем ультразвуковых колебаний обычно служит её дно.

### **Электрический монтаж соединений методом навивки**

При электрическом монтаже методом навивки несколько витков провода (от 4 до 6) диаметром 0,4 – 1,6 мм навивают на жесткий вывод без изоляции. По меньшей мере две грани штыря должны охватываться изолированным проводом. Достаточно большое срезающее усилие разрушает оксидную пленку на проводе и на штыре, образуя надежные контактные поверхности.

## Тонкопроводный монтаж печатных плат

При разработке и изготовлении сложных субблоков возникает проблема с разводкой печатных проводников и изготовлением плат, а также с внесением коррективов в монтаж. В таких случаях целесообразно использовать не печатные платы, а платы с тонкопроводным монтажом.

Плата с тонкопроводным монтажом представляет собой заготовку с постоянным расположением печатных контактных площадок и сквозными отверстиями, расположенными вне контактных площадок и внутри них.

Электрические связи между контактными площадками выполняют отрезками тонкого изолированного провода, которые присоединяют к контактным площадкам пайкой или сваркой. Платы прошивают, по таблице соединений, вручную или машинным способом.

## РАЗЪЁМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

**Разъёмные соединения** – это соединения, которые позволяют многократно **без повреждения** соединять и разъединять элементы конструкции и предназначены для механической связи между отдельными её элементами. К ним относятся **резьбовые, штифтовые и байонетные (легкоразъёмные)**.

### *Резьбовые соединения*

При выполнении **резьбового** соединения необходимо правильно выбрать **инструмент: отвертки, торцевые гаечные ключи** соответствующего размера. Кроме этого применяют **тарированный инструмент** с регулируемой силой затяжки (тарированные ключи и отвертки), пневматический или электрический механизированный инструмент.

Для предохранения от самоотвинчивания в процессе эксплуатации крепежные детали необходимо **стопорить**. Способы стопорения: контрольной краской, двумя гайками (контргайка), разрезной гайкой, резиновой шайбой, разрезной шайбой (гровер шайба), стопорной шайбой.

### *Штифтовые соединения*

**Штифтовые** соединения используют для точного взаимного фиксирования деталей, для ограничения перемещения одной детали по отношению к другой, в качестве упоров, при передаче небольших нагрузок.

По форме штифты делятся на **цилиндрические и конические**. Предохранение штифтов от выпадения осуществляют кернением или специальными пружинящими кольцами, изготовленными из проволоки диаметром



0,5 - 0,8мм. **Инструмент** ручной молоток, выколотки. Станок сверлильный (сверло, развертки).

### *Байонетные соединения*

**Байонетное** (легкоразъёмное) соединение двух деталей цилиндрической формы получают введением одной в другую с последующим их поворачиванием, при котором выступы одной детали входят в пазы другой. Применяют - в часто соединяемых и разъединяемых узлах: патроны ламп, экраны ламп, муфты кабелей (разъёмы), предохранители. Для предохранения узла от саморазъединения при тряске и ударах используют специальные конструкции с замками в виде пружин, фиксирующих канавок и др..

Т.Б. – при выполнении операций пользоваться только исправным инструментом и по его прямому назначению. Размер инструмента должен соответствовать размеру соединяемых деталей.

### **БАНДАЖ**, оклетнёвка

**Для предохранения шёлковой оплетки от сползания и разлохмачивания накладывают бандаж:**

- Бандаж накладывают на участке длиной 5-7 мм, отступив от края изоляции не менее 1 мм. (рисунок 2.1)
- Выполняют бандаж хлопчатобумажными или льняными нитками пропитанными специальным составом (церезин).
- Применяя цветные нитки, одновременно с заделкой концов монтажные провода маркируют.

## **РАЗДЕЛКА ЭКРАНИРОВАННЫХ ПРОВОДОВ**

1. Монтаж приборов или блоков следует производить экранированными проводами в тех случаях, когда эти провода подвержены воздействию помех или создают их сами.
2. Экранирующие оплетки монтажных проводов должны быть заземлены.
3. Вывод заземляющих концов должен быть выполнен пустой плетёнкой или гибким проводом и подсоединён согласно монтажной схеме к контакту разъёма, шине, лепестку и т.п. Если экранирующая оплётка провода не должна касаться корпуса прибора, на неё следует надеть изоляционную трубку.
4. Заделка концов экранирующей оплётки провода и её заземление должны исключать случаи повреждения изоляционного слоя провода:
  - прожог, разлохмачивание изоляции и нарушение лакового покрытия изоляции провода не допускаются, при этом также не должно быть

проколов изоляции провода (или соседних проводов) отдельными проволочками экранирующей оплетки.

- обрыв проволочек экрана в месте выхода из него провода недопустим.
5. При разделке экранированных проводов, изоляция которых под экраном имеет хлопчатобумажную или лавсановую оплетку (и т.п.), допускается не подкладывать изоляционный материал под экраном.

**Разделку экранированных проводов, при необходимости заземления экранов, производить следующим образом:**

- перегнуть экранированный провод отступив от края 25-30мм;
- в экранирующей оплётке в нужном месте пинцетом (на месте перегиба) сделать отверстие диаметром 3-4 мм, раздвинув, **не повреждая** металлическую оплётку;
- **аккуратно** в образовавшееся отверстие вытянуть конец жилы в изоляции;
- расплести оплётку экрана примерно на 8 мм от края;
- прочесать бокорезами металлическую оплётку, таким образом, чтобы убрать до 40% объёма;
- скрутить экран по часовой стрелке относительно собственной оси (примерно на 10мм);
- облудить скрученную часть металлической оплётки.

## **КЛЕПКА**

**Клёпка** – это процесс получения неразъёмного соединения, которое может быть получено при расклёпывании отдельных заклёпок или элементов имеющих на одной из деталей (ЦАПФ).

По форме головки, заклёпки различают: **полукруглые, полупотайные, потайные, плоские** и др.

По конструкции: **пустотелые, полупустотелые, сплошные**. Материал для изготовления заклёпок должен быть легкодеформируемым: **алюминий** и его сплавы, **латунь, медь, малоуглеродистая сталь**.

Замыкающую головку можно получить с помощью ударов (молотком) или давления (на прессе). Для получения качественной клепки и замыкающей головки применяют специальные обжимки и раскатники.

Заклёпочные соединения после сборки деталей защищают специальными красками, эмалями или лаками. В токонесущих элементах, после клёпки соединение необходимо пропаять.

Материал заклепок выбирают исходя из назначения соединения, необходимой прочности и условий эксплуатации собранной конструкции.

При контроле клепаных соединений проверяется качество замыкающих головок, плотность прилегания и неподвижность заклепок.

**Т.Б.** – при выполнении операции пользоваться только исправным инструментом и только по его прямому назначению.

## **СКЛЕИВАНИЕ**

**Склеивание** – это процесс получения неразъёмного соединения при котором в результате взаимодействия специальных веществ с поверхностью материала ( изделия) и изменения своего физического состояния, в определённых условиях, материалы (изделия) прочно скрепляются.

Соединения, получаемые при склеивании, особенно целесообразны в элементах конструкции, выполняемых из стекла керамики, гетинакса или текстолита в которых применение металлических соединительных элементов нежелательно.

Клеи делятся на **конструкционные** БФ-2;БФ-4 ( применяют для получения прочных соединений) и **неконструкционные** №88; АК-20 ( для соединения ненагруженных деталей).

Технологический процесс:

1. Подготовить поверхности соединяемых деталей:
  - механическая зачистка;
  - обезжиривание растворителями.
2. Нанесение клея: клей наносят двумя тонкими равномерными слоями с короткой промежуточной выдержкой (сушкой) после нанесения каждого слоя.

3. Склеивание деталей под давлением:

- при комнатной температуре;
- при повышенной температуре.

Недостатком клеевых соединений является низкая прочность, незначительная теплостойкость, большая длительность технологического процесса.

Т.Б. – специальные требования для работ с жидкостями содержащими ЛВЖ.

## МОНТАЖ КРУГЛОГО РАЗЪЁМА

1. Сечение проводов, подводимых к контактам штепсельных разъёмов, не должно превышать сечений рекомендуемых заводом изготовителем (диаметр жилы должен быть меньше отверстия хвостовой части контакта). Если в одно отверстие необходимо впаять несколько проводов, то жилы всех проводов должны быть скручены вместе, причём их суммарный диаметр должен быть меньше соответствующего отверстия в контакте штепсельного разъёма.

Внутренние диаметры контактов разъёмов и допустимые сечения подпаиваемых проводов:

ТИП РАЗЪЁМА	ВНУТРЕННИЙ ДИАМЕТР КОНТАКТА мм	НАИБОЛЬШЕЕ СЕЧЕНИЕ ПРОВОДОВ мм <sup>2</sup>
ШР; ШРГ	2,0	1,5
	2,7	4,0
СШРГ	2,7	4,0
2РМД	1,3	1,0
	2,2	2,5
	4,9	10,0
2РМ; РМГК	1,0	0,35
	1,3	1,0
	1,7	1,5
	3,8	6,0

РС; РСГ	1,0	0,35
---------	-----	------

2. Зачистку проводов от изоляции следует производить на глубину отверстия с припуском. Жилы скрутить, облудить, лишнюю длину зачищенных жил откусить.
3. Пайка проводов в контакты круглой формы (пустотелый цилиндр) производится **без механического закрепления. Прочность** соединения достигается за счет **большой поверхности сая** между проводником и контактом.
4. Для удобства монтажа срезанная часть штырька разъема должна быть направлена в сторону, на которой производят пайку. Пайку проводов производят, начиная с нижнего ряда контактов (**с ряда, наиболее удаленного от монтажника, с противоположной от паяльника стороны**). Перед пайкой концы проводов жгута рекомендуется продевать в специальные шаблоны (имитаторы контактного поля) для предупреждения перекрещиваний проводов около разъема.
5. Проверку качества пайки (отсутствия брызг припоя, острых выступов, остатков флюса) следует осуществлять после монтажа каждого ряда разъёмов. Допускаются незначительные наплывы припоя на наружной поверхности контакта. **Наплывы, имеющие каплевидную и шиповидную форму, не допускаются.**

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЖГУТА

**Два и более провода проложенных в одном направлении и не создающих паразитных связей должны связываться в жгуты.**

Для изготовления жгута **необходимо** специальный шаблон, Х/Б или льняные нитки пропитанные специальным составом, при повышенных требованиях к влагостойкости и механической прочности жгут обматывают киперной лентой, фторопластовой лентой, лентой АЗТ, изолентой или пропитывают лаком.

Во избежание ошибок жгут изготавливают из цветных проводов, в тех случаях когда это недопустимо накладывают бандаж цветными нитками или маркируют каждый провод.

На случай повреждения отдельных проводов, внутри жгута прокладывают запасной провод, наибольшей длины. Кроме этого внутри жгута укладывают провода наименьшего диаметра и экранированные.

Готовый жгут крепится к основанию РА (ВТ) специальными скобами под которые подкладывают изоляционный материал, выступающий из под скобы на 3-5 мм.

**Шаг вязки жгута – расстояние между двумя соседними узлами.**

1. Раскладку и вязку жгутов для обеспечения их идентичности и ускорения работы осуществляют на фанерных **шаблонах. Шаблон имеет в определенных местах шпильки, планки, опоры и прижимы (места изгиба, начала и конца провода).** При изготовлении шаблона необходимо предусмотреть, чтобы выход провода находился против места подпайки.
2. Раскладку начинают с коротких проводов и заканчивают наиболее длинными для того, чтобы последние образовали лицевую сторону жгута.
3. **Экранированные провода**, не заключенные по всей длине в полихлорвиниловую трубку, **провода малых сечений** (менее 0,2мм<sup>2</sup>) помещают в середине жгута.
4. Если техническими условиями в жгуте предусмотрены **запасные провода**, то их укладывают с самого верха на наибольшую длину жгута большего диаметра.
5. При укладке каждого провода необходимо учитывать (добавлять) запас длины провода 20-25мм на закрепление концов (и случаи обрыва). **Провода в жгуте необходимо укладывать ровно, без выступов и по возможности без перекрещиваний.**
6. **В зависимости от условий эксплуатации**, а также от изоляции проводов, вязку жгутов необходимо производить шнурами, **нитками**, либо **обматывать изоляционными лентами.** Чтобы в процессе обмотки жгут не перекручивался, его необходимо обматывать, не снимая с шаблона. **Шаг вязки** выбирается в зависимости от диаметра жгута (таблица 2).
7. Если сечение связываемых проводников менее 0,35мм<sup>2</sup>, то шаг вязки выбирают в зависимости от **количества проводов** в жгуте (таблица 3).
8. На криволинейных участках шаг вязки должен уменьшаться.
9. После вязки, провода маркируют или надевают маркировочные трубочки, крепят бирку-адрес, снимают жгут с шаблона, а затем готовят концы проводов к пайке.

Диаметр жгута (мм)	до 10	11-30	свыше 30
Шаг вязки (мм)	15-20	20-30	30-40

Количество проводов (шт)	до 5	5-15	15-20	свыше 20
Шаг вязки (мм)	5-10	10-12	12-18	25

## УЗЛОВАЯ И ОБЩАЯ СБОРКА

**Узловая сборка** – сборка самостоятельных функциональных каскадов на общих панелях. Пример: печатная плата, сборочный узел и т.д..

**Блочная сборка** – сборка сложной аппаратуры, состоящей из отдельных функциональных узлов собранных вместе. Пример: телевизор, магнитофон и т. д..

Комплексная **(общая) сборка** – сборка всей системы из отдельных функциональных блоков. Пример: компьютер (системный блок, монитор, клавиатура, мышь и т.д.)

**Шасси** – основание радиоаппаратуры. Которое является основной несущей конструкцией. Изготавливается из листового или профильного материала путем штамповки, вырубки, литья или сварки и представляет собой пустотелую коробку. На которой установлены все крупногабаритные и тяжелые детали, такие как трансформаторы, дроссели, конденсаторные сборки, ламповые панели и т. д.. Внутри шасси расположены детали, провода и узлы небольшого размера.

Обычно радиоэлектронное устройство состоит из отдельных функциональных блоков и узлов, что позволяет разделить механическую сборку на узловую и общую. Это облегчает процесс монтажно-сборочных и регулировочных работ и их механизацию. Электрический монтаж различают **внутри- и междублочный**.

**Внутриблочный монтаж** – это совокупность операций по соединению монтажными проводами контактных выводов деталей и узлов функционального блока или узла в соответствии с его принципиальной и монтажной схемами.

**Междублочный монтаж** заключается в осуществлении электрической связи между отдельными функциональными блоками системы с помощью соединительных кабелей.

Последовательность сборки изделия РЭА на одном рабочем месте устанавливается технологическими операционными картами.

Сначала на плату устанавливают и монтируют транзисторы, диоды и электрические конденсаторы, выводы которых следует подключать с учетом определенной полярности.

**При навесном монтаже** ЭРЭ соединительные проводники должны быть по возможности более короткими, а проводники входной цепи должны быть по возможности дальше от проводников и деталей выходной цепи. Иначе между ними через магнитные поля возникает паразитная связь, из-за чего усилитель может возбудиться.

**Функционально-блочный метод** основан на выделении из функциональной схемы блока или устройства узла схемы выполняющей определенную законченную операцию (функцию) и размещающегося на печатной плате с соединителем. При конструировании **РЭА** такой узел называют **субблок** (рис.1; рис.2), а при конструировании **ЭВМ** – **типовой элемент замены (ТЭЗ)**. Такая конструкция позволяет легко заменить любой субблок или ТЭЗ.

Рамки (рис.2) изготавливают из алюминиевых сплавов (литьем) или прессматериалов (прессованием). Платы крепятся к рамке винтами или заклепками.

Основной конструктивной единицей при проектировании РЭА является блок, в котором размещаются субблоки (рис.3). Блоки рекомендуется конструировать прямоугольной формы. Электрическое соединение блоков, составляющих устройство или систему, осуществляют с помощью жгутов, гибких кабелей и объемного монтажа.

При конструировании ЭВМ используется модульный принцип. Конструктивный модуль высшего уровня должен обеспечить входимость низшего уровня. **Модульная компоновка** сочетается с функционально-узловым методом проектирования, при котором принципиальная электрическая схема разбивается на отдельные функциональные и конструктивно законченные сборочные единицы. Модульная компоновка обеспечивает: свободный доступ основным частям конструкции; параллельность ведения технологических операций сборки; удобство модернизации отдельных составных частей; стандартизацию установочных и крепежных изделий; взаимозаменяемость частей конструкции; хорошую ремонтпригодность. Модульный принцип конструирования используется и в периферийных устройствах; их узлы komponуются из отдельных узлов (модулей) и размещаются на платах (основаниях), которые затем крепят к общему каркасу конструкции. В некоторых случаях применяют книжную компоновку (рис.4). Несущие конструкции ЭВМ предназначены для размещения модулей различных



уровней, а также отдельных механических узлов. Основными операциями при сборке ЭВМ являются **электромонтажные работы** (40-60% от полной трудоёмкости).

## ПОДГОТОВКА ЭЛЕМЕНТОВ К МОНТАЖУ

- 1 **Внешний осмотр**, проводится визуально, при этом необходимо убедиться, что:
  - корпус радиоэлементов не имеет сколов, трещин;
  - лакокрасочное покрытие не нарушено;
  - выводы радиоэлемента не качаются и надёжно соединены с корпусом;
  - металлическое покрытие выводов не имеет механических повреждений.
  
- 2 **Правка выводов радиоэлементов**:
  - придание выводам заданной формы прямолинейности.
- 3 **Лужение**:
  - луженая поверхность должна быть блестящей, гладкой, без пор, посторонних вкраплений, сосулков;
  - в случае необходимости операцию выполнять с **теплоотводом и антистатическим браслетом**.
  
- 4 **Подрезка выводов радиоэлементов**:
  - отрезать лишнюю часть вывода радиоэлемента.
  
- 5 **Формовка выводов радиоэлементов**:
  - придание выводам конфигурации установленной требованиями электромонтажа.
  
- 5.1 *Запрещено* скручивать выводы относительно собственной оси и оси элемента.
- 5.2 **Формовку** выводов следует производить таким образом, чтобы **маркировка ЭРЭ**, после установки, была **видимой и читаемой** в процессе её контроля.
- 5.3 Необходимость и последовательность выполнения отдельных определяется исполнителем. операций
- 5.4 При формовке и правке выводов радиоэлементов **не допускается** нарушение покрытий выводов, а также целостности выводов и корпусов.
- 5.5 **Допускается** наличие на выводах следов от инструмента, без нарушения основного материала.
- 5.6 При отсутствии других указаний размер от корпуса ЭРЭ до оси изогнутого вывода **не менее 2,0 мм**.

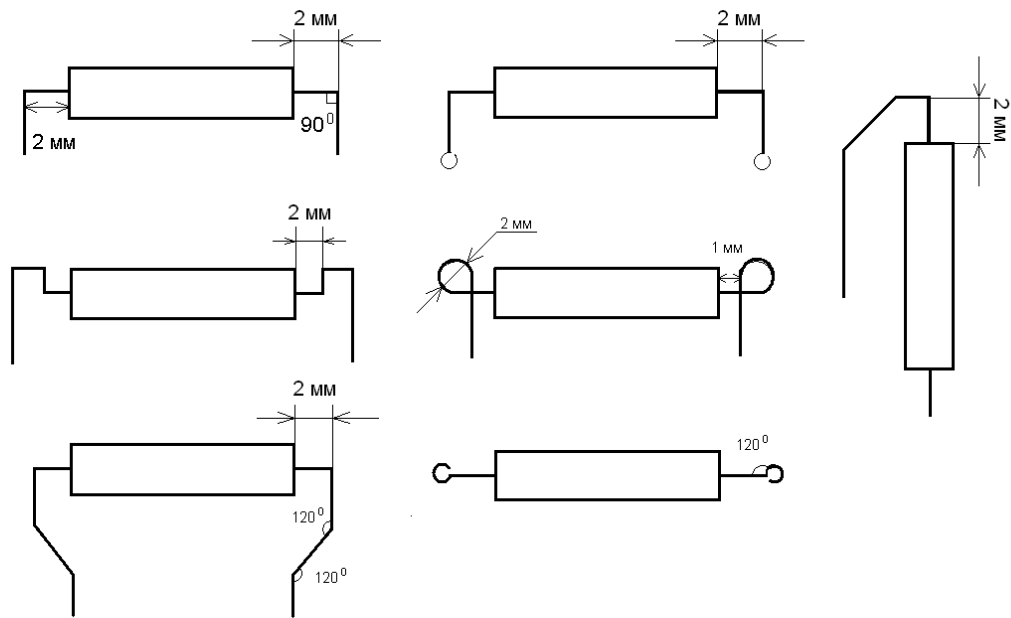


Рис. Варианты формовки элементов

## МОНТАЖ НА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ

**Печатная плата** – плата из фольгированного гетинакса, текстолита или стеклотекстолита с системой проводников. Печатная плата может быть односторонней, двусторонней или многослойной.

**Печатный узел** – печатная плата с установленными на ней радиоэлементами и радиодетальями. ПУ – может быть одноплатным, межплатным и сборным.

**Контактная площадка**

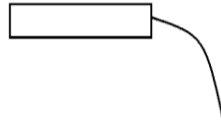
Металлизированная площадка на печатной плате - для крепления выводов элементов, концов провода, контактных стоек.

**Контактная дорожка**

Металлизированная дорожка на печатной плате – для соединения контактных площадок.

## Требования, предъявляемые к печатному монтажу:

1. Обработка паек **режущим** инструментом **запрещена**.
2. Для паек применять только **безкислотные флюсы**.
3. Элементы крепить **без нагрузки** на печать. Тяжелые элементы устанавливать с помощью держателя.
4. Маркировочные знаки должны быть **видимы и читаемы слева направо**.
5. В отверстие печатной платы крепить вывод только **одного** элемента.
  
6. Элементы устанавливать только **параллельно или перпендикулярно** поверхности платы и одной из её сторон.
7. Выводы элементов должны располагаться только **параллельно или перпендикулярно** поверхности платы.



Так нельзя !!!

8. При необходимости монтаж производить с **теплоотводом и антистатическим браслетом**.
9. Выводы элементов устанавливать:
  - a. **с механическим креплением** при монтаже односторонних печатных плат, кроме монтажа выводов диаметром больше 0,8мм и при монтаже двусторонних печатных плат с тонкими (меньше 0,8мм) выводами;
  - b. **без механического крепления** при монтаже двусторонних печатных плат, кроме монтажа тонких (меньше 0,8мм) выводов и при монтаже односторонних печатных плат и большом (больше 0,8мм) диаметре вывода.
  
10. Зазор между корпусами двух элементов – не менее 0,5 мм; зазор между корпусом и выводом перпендикулярно расположенного к нему элемента не менее 0,5 мм; зазор между краем платы и корпусом или выводом элемента не менее 2 мм.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

<b>Объект(ы) оценивания</b>	<b>Критерии оценки</b>
Монтаж печатных плат	Контроль сборки и пайки компонентов монтажной платы.
<p><b>Условия выполнения задания</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Задание выполняется на рабочем месте в учебной аудитории в процессе сдачи квалификационного экзамена</li><li>2. Максимальное время выполнения задания: 120 мин./час.</li><li>3. Для выполнения задания можно использовать справочную литературу, комплектующие персонального компьютера</li></ol>	

## 9.Список литературы

### Основные источники:

1. Кисаримов Р. А. Справочник электрика / Р.А. Кисаримов.– М.:ИПРадиоСофт, 2016.–320 с.
2. Нефедов В. И. Основы радиоэлектроники и связи: Учебное издание. /В.И. Нефедов А.С. Сигов.–М.: Высшая школа, 2012.–732 с.
3. Панев Б.И. Электрические измерения: учеб. пособие для техникумов /Б.И. Панев.–М.:Мастерство,2007.–224 с.
4. Полещук В. И. Задачник по электротехнике и электронике: учеб.пособие для сред. проф. образования / В.И. Полещук.–М.: Изд. центр«Академия», 2009.–224 с.
5. Пряшников, В. А. Электроника: Курс лекций. Учебное пособие для НПО / В.А. Пряшников.–СПб.: Изд. Центр «КОРОНА принт», 2008.– 399 с.
6. Шаньгин,Е.С.Основы электроники:учеб. пособие / Е.С. Шаньгин.–Уфа: Изд-воУГАТУ, 2007.–168 с.
7. Электротехника и электроника: Учебник для сред. проф. образования /Б.И. Петленко, Ю.М. Иньков, А.В. Крашенинников и др.; Под ред. Б.И.Петленко.–М.: Изд. Цент «Академия», 2003.–320 с.

### Дополнительные источники:

1. Москатов Е.А.Электронная техника: учебник /Е.А. Москатов.– М.:Высшая школа,2007.–121с.
2. Электротехника: Учебник для нач. проф. образования / П.А. Бутырин,О.В. Толчеев, Ф.Н. Шакирзянов.–М.: Изд. Центр «Академия», 2010.–365 с.