



МОСКОВСКОЕ  
ОБРАЗОВАНИЕ

Государственное  
образовательное учреждение  
«Московский  
имени И.А. Лихачёва»

бюджетное  
учреждение города Москвы  
технологический

профессиональное  
колледж

# ПРАКТИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ

---

«Сборка электронного устройства»

**Наименование специальности/профессии, код:**

**Наименование ПМ:**

ДУП.01

Практическая подготовка по технологии выполнения работ по профессии Слесарь-сборщик радиоэлектронной аппаратуры и приборов

**Семестры обучения:** 1 или 2 семестр

**Количество часов:** 36

**Количество смен:** 1

---

	<b>Содержание</b>
<b>Введение</b>	5
Вводное занятие. Техника безопасности и организация рабочего места	4
Работа с технической документацией. Пайка smd резисторов	12
Работа с технической документацией. Пайка smd компонентов	18
Заполнение технической документации. Пайка полупроводниковых приборов	8
<b>Закладка не определена.</b>	<b>Ошибка!</b>
Проверка работоспособности электронного устройства	20
Справочные материалы	22
Критерии оценки выполнения практических работ	33

## **Введение**

**Цель проекта:** предназначен для обучения освоением технологических процессов, навыкам пайки, чтения схем и практической настройки собранного устройства. «Бегущие огни» собирается с применением универсального оборудования и формирование умений контроля качества и сборки изделия.

**Задачи:**

1. Изучение конструкторской документации на монтаж печатной платы.
2. Развитие навыков чтения маркировки радиокомпонентов, чтение электрических схем, подбора инструментов и температурных режимов пайки.
3. Выполнение технологических операций (лужение, формовка, установка, пайка, промывка, контроль качества и т.д.).
4. Работа с контрольно-измерительными приборами
5. Контроль качества с помощью оптических приборов
6. Проверка работоспособности электронного устройства.
7. Настройка

**Результат:** Электронное устройство

В процессе выполнения проекта студенты произведут монтаж печатных плат, настройку и подключение к источнику питания. согласно техническим требованиям. Приобретут опыт работы с паяльным оборудованием.

## День 1

### Вводное занятие. Техника безопасности и организация рабочего места

**Цель:** сформировать навыки безопасного поведения и грамотной организации рабочего места в цехе радиомонтажа, для предотвращения травматизма и обеспечения эффективности трудового процесса.

**Задачи:** сформировать знание о потенциальных источниках опасности; отработать алгоритмы безопасного взаимодействия с паяльным оборудованием, привить практические навыки использования средств индивидуальной защиты; сформировать навык рациональной организации раскладки инструментов на рабочем месте; выработать автоматизм действий в аварийной или нештатной ситуации; воспитать внутреннюю установку и личную ответственность за соблюдением правил ТБ.

#### Задание

Техника безопасности

Безопасность труда

Рабочее место монтажника РЭА и П

Радиомонтажные инструменты

Материалы применяемые при пайке

Изучение КД на монтаж компонентов.

#### Ход выполнения

##### Требования безопасности при работе в цехе радиомонтажа

###### 1 Общие требования

1.1 К самостоятельному выполнению монтажных работ допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие инструктаж по технике безопасности, медицинское освидетельствование и усвоившие безопасные методы, и приёмы выполнения работ.

1.2 Работу производить на исправном оборудовании, пользуясь исправными инструментами и приспособлениями и только по их прямому назначению.

1.3 Рабочие места монтажников должны быть оборудованы специальными столами, обеспечивающими хранение инструмента и материалов, а также сбора отходов производства.

1.4 Соблюдайте правила личной гигиены: перед приемом пищи, курением и по окончании работы, связанной с применением припоев, содержащих свинец, ополосните руки 1% раствором уксусной кислоты, вымойте их с мылом, прополощите полость рта.

1.5. Во избежание попадания паров свинца в организм в помещениях, где производится пайка припоеем, содержащим свинец, не хранить личные вещи, не принимать пищу и питьевую воду, не курить.

###### 2 Специальные требования

###### 2.1. Перед началом работы.

2.1.1. Наденьте спецодежду и подготовьте необходимые для выполнения данной работы средства индивидуальной защиты. Надеть спецодежду так, чтобы она не имела разевающихся и свисающих концов, на голову надеть облегающий головной убор, подобрать под него волосы.

2.1.2. Подготовьте рабочее место. Проверьте исправность инструмента. Инструменты, чертежи, приспособления расположите в удобном порядке.

2.1.3. Убедитесь в том, что местная вытяжная вентиляция от мест лужения, пайки или зачистки проводов методом обжига изоляции, включена.

2.1.4. При осмотре электропаяльника убедитесь в том, что соединительный провод без изломов и прожогов жил, надежно изолирован по всей длине, имеет исправную штепсельную вилку; стержень паяльника не качается; рукоятка не имеет трещин.

2.1.5. Подготовьте специальную тару с четкими надписями о её содержимом для хранения спирта, флюса и т.п. Все жидкости, содержащие ЛВЖ, разрешается хранить на рабочем месте в количестве, не превышающем сменной потребности. Тара с ЛВЖ должна быть не проливающейся с плотно закрывающимися крышками и устанавливайте её в стороне от паяльника.

###### 2.2. Во время работы

1. При откусывании концов проводов бокорезами не допускайте попадания отлетающих частиц на себя и окружающих.

2. Зачистку концов провода производить с помощью спец инструмента или путём электрообжига при включенном местной вытяжной вентиляции.

3. При зачистке концов проводов электрообжигом держите руки на безопасном расстоянии от раскаленной нити.
4. Лужение концов проводов производить при включенной вытяжной вентиляции. Во избежание выплесков припоя не допускайте попадания влаги в тигель с расплавом, перед облучиванием концы проводов должны быть хорошо просушенны. Переносить тигель с расплавленным припоеем запрещено.
5. Облучиваемый провод погружать в ванну плавным движением, не допуская брызг.
6. Периодически очищайте поверхность расплавленной среды от нагара при помощи спец инструмента с ручками из нетеплопроводного материала, не допускайте образования брызг, не используйте для этих целей случайных предметов (картон, бумага и т.д.).
7. При работе с паяльником:
  - не определяйте степень нагрева паяльника на ощупь;
  - во избежание образования брызг флюс наносите тонким слоем;
  - припаиваемый или облучиваемый провод (вывод) придерживайте пинцетом;
  - лишний припой с жала паяльника удаляйте специальными салфетками, не допускайте стряхивания лишнего припоя с паяльника;
  - паяльник, находящийся в рабочем состоянии, держите в зоне действия вытяжной вентиляции;
  - не оставляйте включенный электропаяльник без присмотра, во время перерывов в работе отключайте паяльник от электросети и кладите его на металлическую или теплостойкую подставку.

### **2.3. По окончании работ.**

1. Отключить от электросети оборудование, на котором вы работали.
2. Убрать рабочее место, инструмент.
3. Снять средства индивидуальной защиты. Вымыть руки с мылом и ополоснуть 1% раствором уксуса.

### **ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА**

*Стол радиомонтажника* состоит из:

- столешница покрытой пластиком,
- розетки питания с напряжениями 220 вольт (расположен с правой стороны),
- ящики для личных вещей (расположен слева под столешницей),
- корзина 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.



Рис.1 Рабочее место монтажника РЭА

### **Инструкция по охране труда**

Виды инструктажа

1. **Вводный** – проводится инженером по технике безопасности при приеме на работу, включает в себя общие вопросы безопасного поведения на предприятии.
2. **Первичный** – проводится мастером участка на рабочем месте, включает в себя безопасные методы и приемы выполнения работ.
3. **Повторный** – (по образцу первичного) проводится не реже одного раза в три месяца на рабочем месте, может проводиться в форме собеседования.
4. **Внеплановый** – (по образцу первичного) проводится при перерыве в работе более двух недель.

### **Электробезопасность**

Опасным для человека является:

- ток больше 10 мА, при котором человек все же может освободиться от токоведущих частей;
- ток 50 мА вызывает тяжелое поражение;
- ток 100 мА, воздействующий более 1-2 секунд, является смертельным.
- Переменный ток с частотой 50-1000 Гц для человека опаснее, чем постоянный ток, но при напряжении свыше 300 В опасность поражения постоянным током резко возрастает.

Для оказания своевременной и эффективной помощи пострадавшему каждый студент должен знать:

- Где находится аптечка.
- Как выключается напряжение централизованного источника питания рабочих мест.
- Как проводятся мероприятия по оживлению пострадавшего.
- Порядок вызова медицинского персонала.

### **Первая помощь пострадавшим от действия электрического тока**

1. Освободить пострадавшего от действия электрического тока.
    - о Обесточить участок поражения электрическим током: отключить рабочее место или общий рубильник.
      - о Освободить пострадавшего от токонесущих проводов при помощи сухой одежды, сухой веревки, сухой доски, резиновых перчаток и т. д. Рекомендуется действовать только одной рукой.
  2. Во всех случаях поражения электрическим током необходимо вызвать медицинскую помощь, или доставить пострадавшего в медпункт:
    - При наличии у пострадавшего дыхания и пульса его следует тепло укрыть и ждать прибытия врача.
    - При отсутствии у пострадавшего дыхания и пульса необходимо поочередно проводить искусственное дыхание и непрямой массаж сердца до появления самостоятельного дыхания или до прибытия медицинской помощи.
1. **Искусственное дыхание «изо рта в рот» и непрямой массаж сердца:**
- Для обеспечения проходимости дыхательных путей оказывающий помощь максимально запрокидывает голову пострадавшего назад, подложив под шею ладонь одной руки, а второй рукой надавливает на лоб пострадавшего (под шею можно подложить валик - из одежды).
  - Оказывающий помощь делает глубокий ВДОХ и с силой выдыхает воздух в рот пострадавшего (через марлю или платок), зажав нос пострадавшего своей щекой или пальцами руки, находящейся на лбу. (В одну минуту производится около 12 вдуваний).
- Оказывающий помощь кладет руку ладонью вниз на место надавливания (оно находится примерно на два пальца выше мягкого конца грудины), а ладонь другой руки накладывается на первую руку под прямым углом.
- Надавливание производится двумя резкими, быстрыми толчками. Освободить грудную клетку от давления, расслабив руки, но, не снимая их с грудины. Одновременно грудная клетка пострадавшего опускается и происходит пассивный ВЫДОХ.
- Повторить процедуру ВДОХ – ВЫДОХ, соизмеряя со своим дыханием

### **Первая помощь при механических травмах:**

- Остановить кровотечение.
- Наложить дезинфицирующую повязку.

### **Первая помощь при термических ожогах**

1. Первая степень ожога - легкое покраснение, кожный покров цел:
  - сделать примочку из раствора питьевой соды (2 ч-е ложки на стакан воды) или из спирта.
1. Вторая степень – появление пузырей:
  - сделать примочку из 5%-го раствора марганцовокислого калия и дезинфицирующую повязку.
  - пузыри не вскрывать. Приставшие вещества или кусочки материи не отдирать.

1. Третья степень - разрушение кожи (обугливание).
- осторожно наложить повязку, смоченную в слабом растворе марганцовокислого калия.
- обратиться в медпункт.

1. Здача готового изделия

2. Обсуждени со студентами ошибок и трудностей, возникших при сборке электронного устройства

4. Выставлени оценок за выполненную работу, согласно критериям.

### **Используемые инструменты**

Таблица 1. Инструменты

<b>Наименование инструмента</b>	<b>Назначение и характеристики инструмента.</b>
Паяльная станция	 <p>Паяльная станция TM 900 - ремонт, монтаж, демонтаж и пайка. В составе: паяльник, фен, отсос для олова.          Потребляемая мощность: 1150 Вт          Температура паяльника: 90-400 °C          Температура фена: 150-450 °C          Напряжение питания: 220 В          Мощность паяльника: 50 Вт          Имеется металлическая стружка и губка для очистки жала паяльника.</p>
Бокорезы	 <p>Бокорезы Sturm 160 mm          Предназначены для перерезания проводов, кабелей, проволоки.          материал рукояток: двухкомпонентная резина с антискользящим покрытием;          материал губок: углеродистая сталь;          длина 160 мм.</p>
Круглогубцы	 <p>Круглогубцы «Sipel 143»:          материал рукояток: антистатическое покрытием;          материал губок: нержавеющая сталь;          длина: 125 мм.</p>
Плоскогубцы	 <p>Плоскогубцы «Sipel 125»:          материал рукояток: антистатическое покрытием;          материал губок: нержавеющая сталь;          длина: 143 мм.</p>
	 <p>Набор из 6-ти различных пинцетов: предназначен для манипуляции небольшими предметами, которые невозможно, неудобно, либо опасно брать незащищёнными руками.</p>

	<p>Держатель для плат универсальный «ZD-11E REXANT 12-0256» максимальный размер удерживаемой платы: 200x140 мм.</p>
<p>Набор отверток</p> 	<p>Отвертка с набором бит Wiha: предназначена для завинчивания и отвинчивания крепежных изделий; 24 биты в наборе.</p>
<p>Мультиметр</p> 	<p>Цифровой мультиметр Richmeters RM102: предназначен для измерения различных электрических величин: напряжения, силы тока, сопротивления, температуры, частоты. Особенности: автоматический выбор диапазона измерений, подсветка дисплея, фиксация измерений.</p>

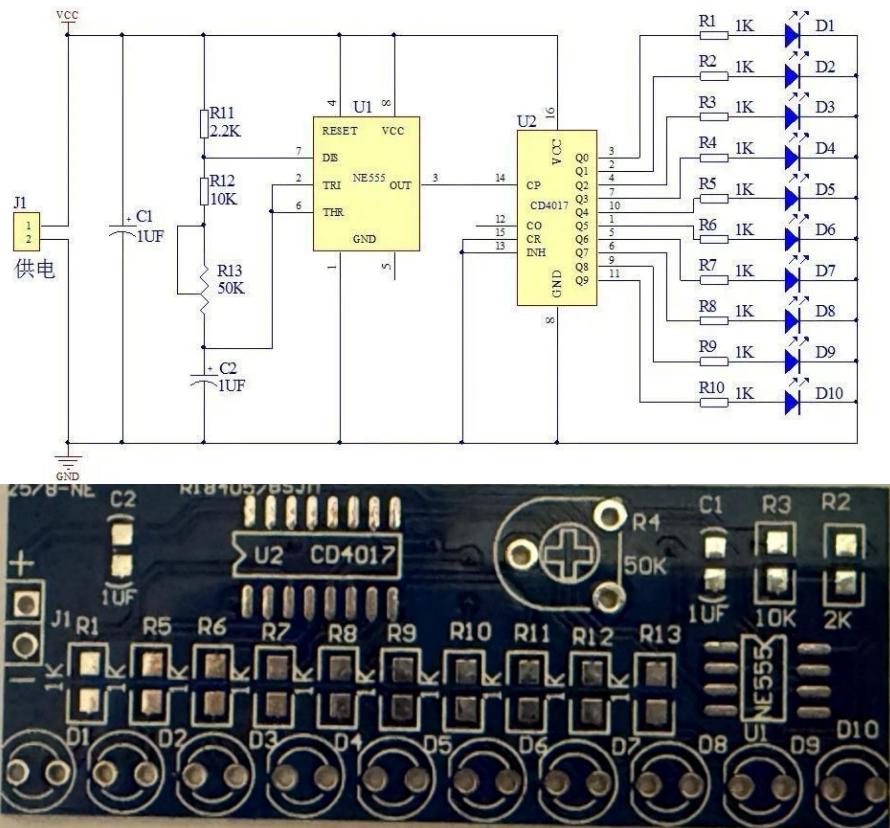
### Материалы, применяемые при пайке

таблица 1.2.

№№	Наименование материала.	Назначение и характеристики инструмента.
1	<p>Припой</p> 	<p>Припой ПОС-60 (Sn - 60%, Pb-38%): предназначен для создания электрического контакта и механического соединения металлических деталей. Содержание флюса в припое: 2 %; Диаметр: 0,8 мм; Температура плавления: 190 °C;</p>
2	<p>Флюс</p> 	<p>Флюс паяльный Solins ФКСП ПЭТ-20. Содержание канифоли: 20-30 %. Предназначен для удаления оксидов с паяемых или свариваемых поверхностей, снижения поверхностного натяжения и улучшения растекания жидкого припоя</p>

3	Оплетка для демонтажа	Оплетка для демонтажа с нерастворимым флюсом: предназначена для подготовки мест пайки и используется для снятия излишков припоя на контактных площадках. Сплетена из неокисляемой проволоки. Диаметр 1.5 мм.
4	Паста для очистки жала паяльника	Паста для очистки жала паяльника MECHANIC S9: предназначена для быстрой и эффективной очистки и обдувивания жал паяльников.
5	Жидкость для отмычки печатных плат	Изопропиловый спирт НЕРС+ ГОСТ 9805-84: Предназначен для удаления остатков флюса, которые в процессе эксплуатации электронной аппаратуры могут оказывать негативное воздействие на надежность печатных узлов.
6	Хлопчатобумажная ткань	Хлопчатобумажная ткань Применяется для защиты рабочей поверхности от флюса.
7.	Щётка нейлоновая	Щётка нейлоновая Применяется для чистки плат от пыли и грязи, а в сочетании с растворителем - от следов и последствий коррозии, остатков флюса

Изучение КД на монтаж компонентов



## 4 СИМВОЛА | 3 СИМВОЛА

$220 \times 10^0 = 220 \times 1 = 220 \text{ Ом}$	$220 \text{ Ом}$		$22 \times 10^1 = 22 \times 10 = 220 \text{ Ом}$	$220 \text{ Ом}$
ЗНАЧЕНИЕ [КОЛИЧЕСТВО НУЛЕЙ]	МНОЖИТЕЛЬ (КОЛИЧЕСТВО НУЛЕЙ)		ЗНАЧЕНИЕ	
$470 \times 10^2 = 470 \times 100 = 47 \text{ кОм}$	$47 \text{ кОм}$		$47 \times 10^3 = 47 \times 1000 = 47 \text{ кОм}$	$47 \text{ кОм}$
$47000 \text{ Ом}$			$47000 \text{ Ом}$	
$33 \times 10^0 = 33 \times 1 = 33 \text{ Ом}$	$33 \text{ Ом}$		$33 \times 10^0 = 33 \times 1 = 33 \text{ Ом}$	$33 \text{ Ом}$
$33 \text{ Ом}$				
$2,2 \text{ Ом}$	ДЕСЯТИЧНЫЙ РАЗДЕЛИТЕЛЬ		$2,2 \text{ Ом}$	ДЕСЯТИЧНЫЙ РАЗДЕЛИТЕЛЬ

День 2

## Работа с технической документацией. Пайка smd резисторов

**Цель:** Научить заполнять инструкционно-технологическую карту, научить читать маркировку smd резисторов, требования к пайке

**Задачи:** Пайка smd резисторов на ПП

## **Ход выполнения**

## Задание

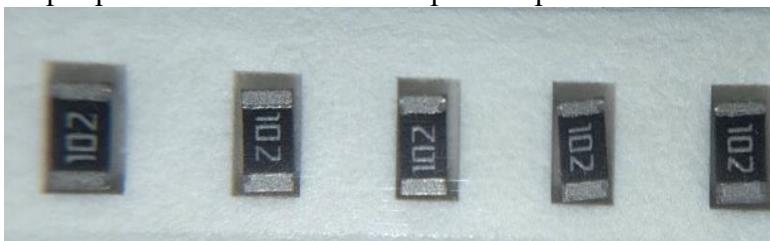
Техника безопасности

## Изучение КД на монтаж:

Инструкционно-технологическая документация

Инструкция по технологической документации					
Номер операции	Наименование	Технологический операция	Содержание операции	Оборудование и приспособления	Монтажный инструмент
			_____ _____ _____ _____ _____ _____ —	_____ _____ _____ _____ _____ _____	_____ _____ _____ _____

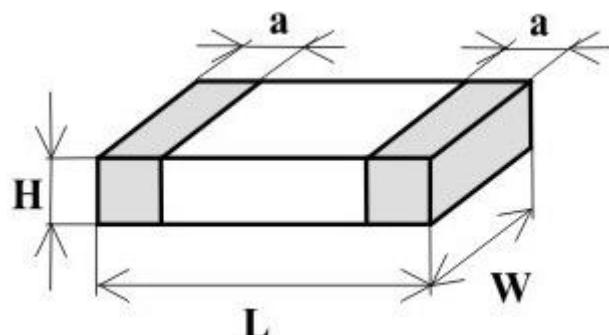
## Маркировка smd-компонентов резисторов



## Таблица расшифровки SMD компонентов

SMD резисторы для поверхностного монтажа имеют три основные характеристики: размер элемента (типоразмер), сопротивление в Омах, допуск сопротивления в процентах. Типоразмер обозначается четырехзначной цифрой. Ниже приведена таблица распространенных типоразмеров и их геометрических размеров.

Обозначение типоразмера EIA	Размеры, мм			
	L	W	H	a
0402	1.00	0.50	0.20	0.25
0603	1.60	0.85	0.30	0.30
0805	2.10	1.30	0.40	0.40
1206	3.10	1.60	0.50	0.50
1210	3.10	2.60	0.50	0.40
2010	5.00	2.50	0.60	0.40
2512	6.35	3.20	0.60	0.40



**Трехзначная нумерация резисторов с допуском 2%, 5% и 10%**

Резисторы с допуском 2%, 5% и 10% всех типоразмеров маркируются тремя цифрами. Первые две цифры обозначают мантиссу, третья - показатель степени по основанию 10 для определения номинала резистора в Омах. Например, маркировка 512 означает, что резистор имеет номинал  $51 \times 10^2$  Ом = 5.1 КОм, маркировка 104 означает номинал  $10 \times 10^4$  Ом = 100кОм.

Существуют также SMD резисторы с нулевым сопротивлением или так называемые перемычки. Они маркируются символом 0 или 000.

Ниже приведена таблица, используя которую вы сможете быстро определить номинал SMD резистора.

Изображение	Номинал	Изображение	Номинал
100	10 Ом	510	51 Ом
101	100 Ом	511	510 Ом
102	1 кОм	512	5.1 кОм
103	10 кОм	513	51 кОм
104	100 кОм	514	510 кОм
105	1 МОм	515	5.1 МОм

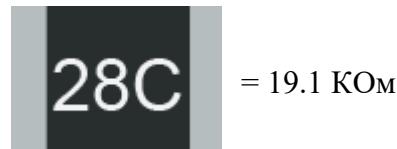
#### Четырехзначная нумерация резисторов с допуском 1%

Резисторы с допуском 1% типоразмеров от 0805 и выше маркируются четырьмя цифрами. Первые три из них обозначают мантиссу, а последняя - показатель степени по основанию 10 для задания номинала резистора в Омах. Буква R также служит для обозначения десятичной точки. Например, маркировка 3401 означает, что резистор имеет номинал  $340 \times 10$  Ом = 3.4 КОм.



#### Трехзначная нумерация резисторов с допуском 1%

Резисторы с допуском 1% типоразмера 0603 маркируются с использованием трехзначной нумерации. Первые два символа – цифры, указывающие значение сопротивления в Омах, взятые из нижеприведенной таблицы. Последний символ - буква, указывающая значение множителя: S=0.1; R=1; B=10; C=100; D=1000; E=10000; F=100000. Например, маркировка 28C означает, что резистор имеет номинал  $191 \times 10$  Ом = 19.1 КОм.



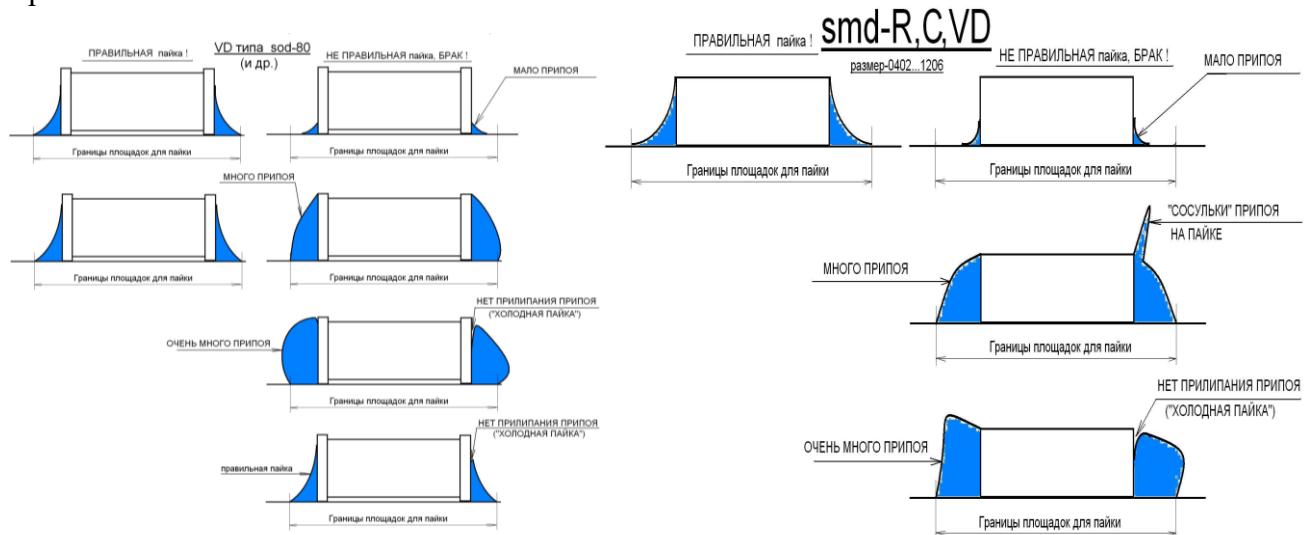
Код	Значение	Код	Значение	Код	Значение	Код	Значение
01	100	25	178	49	316	73	562
02	102	26	182	50	326	74	576
03	105	27	187	51	332	75	590

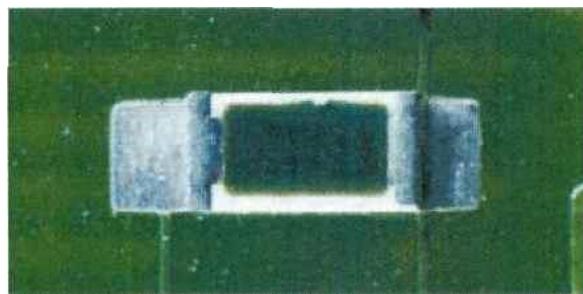
04	107	28	191	52	340	76	604
05	110	29	196	53	348	77	619
06	113	30	200	54	357	78	634
07	115	31	205	55	365	79	649
08	118	32	210	56	374	80	665
09	121	33	215	57	383	81	681
10	124	34	221	58	392	82	698
11	127	35	226	59	402	83	715
12	130	36	232	60	412	84	732
13	133	37	237	61	422	85	750
14	137	38	243	62	432	86	768
15	140	39	249	63	442	87	787
16	143	40	255	64	453	88	806
17	147	41	261	65	464	89	825
18	150	42	267	66	475	90	845
19	154	43	274	67	487	91	866
20	158	44	280	68	499	92	887
21	162	45	287	69	511	93	909
22	165	46	294	70	523	94	931
23	169	47	301	71	536	95	953
24	174	48	309	72	549	96	976

### Подбор инструментов для пайки

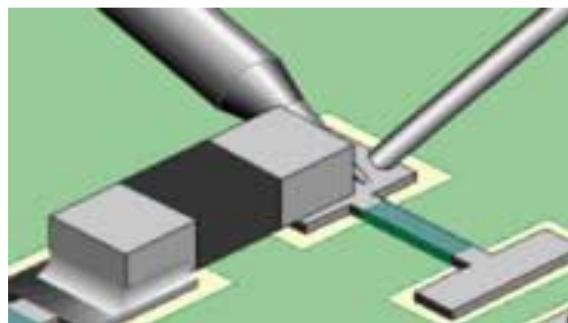


### Требования к пайке





Величина бокового смещения (A) менее или равна 50% ширины контактной поверхности компонента (W) или 50% ширины контактной площадки (P) (выбирается наименьшее значение). Пайка smd резисторов на ПП



Произвести пайку в течение 0,5 – 1,5сек. Отвести жало паяльника.

Произвести пайку второго вывода: поднести жало паяльника, обеспечивая одновременный контакт жала с выводом и КП. С противоположной стороны от жала паяльника подать трубчатый припой под углом 45° к плоскости КП и вывода компонента.

## День3

### Работа с технической документацией. Пайка smd компонентов

**Цель:** Научить заполнять инструкционно-технологической карты, научить читать маркировку smd резисторов, конденсаторов, требования к пайке

**Задачи:** Пайка smd- конденсаторов на печатную плату

#### Ход выполнения

##### **Задание**

Техника безопасности

Работа с конструкторской документацией

#### **Пассивные компоненты: Конденсаторы**

ТИП:

Расшифровка Типа:

SC

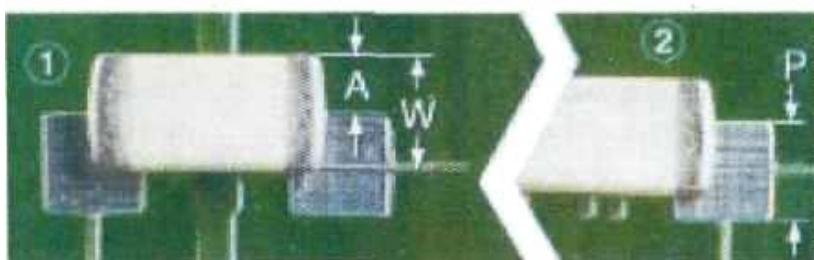
Ceramic Chip Capacitor

Керамический чип конденсатор

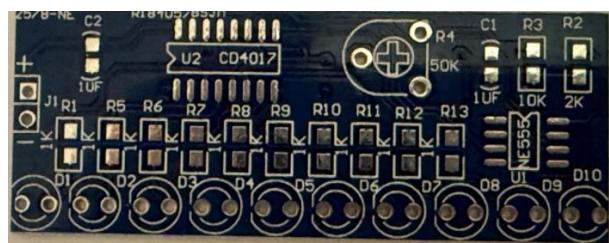


Размер (дюймы)	Размер (мм)	Толщина компонента	Ширина ленты	Шаг компонента в ленте	Кол-во в стандартной упаковке (180 мм/7 дюймов) лента бумажная	Кол-во в стандартной упаковке (180 мм/7 дюймов) лента пластиковая
01005	0402	0.2 мм ± 0.03	8 мм	2 мм	20000	-
0201	0603	0.3 мм ± 0.03	8 мм	2 мм	15000	-
0402	1005	0.5 мм ± 0.1	8 мм	2 мм	10000	-
0603	1608	0.8 мм ± 0.1	8 мм	4 мм	4000	-
0805	2012	0.6 – 1.25 мм	8 мм	4 мм	4000	3000
1206	3216	0.6 – 1.25 мм	8 мм	4 мм	4000	3000
1210	3225	1.25 мм – 1.5 мм	8 мм	4 мм	-	3000
1812	4532	2 мм (Макс.)	12 мм	8 мм	-	1000
2225	5664	2 мм (Макс.)	12 мм	8 мм	-	1000

#### Требование к пайке



Величина бокового смещения (A) более 50% ширины контактной поверхности компонента (W) или 50% ширины контактной площадки (P) (выбирается наименьшее значение).  
Пайка smd- конденсаторов на печатную плату согласно схеме



Проверка пайки при помощи оптического прибора

Подведение итогов работы за день

## День 4

**Цель:** Научить работать с технической документацией. Пайка smd компонентов

**Задачи:** Выбирать и настраивать технологическое оснащение и оборудование к выполнению задания,

Научить правильности установки на плату полупроводниковых элементов( микросхемы),

Выполнять проверку качества и правильности установки компонентов

### Ход выполнения

#### Задание

Техника безопасности

Маркировка микросхем

Обозначение микросхем:

1. К - микросхема общего применения;

2. цифровой элемент из трех цифр (000-999) или двух (00-99) - порядковый номер разработки серии ИС;

3. две буквы - подгруппа и вид ИС: Г - генератор Д - детектор М - модуляторы Б - схемы задержки Ф - фильтры С - схемы сравнения Т - триггеры Л - логические элементы У - усилители А - формирователи импульсов К - коммутаторы и ключи Н - наборы элементов П - преобразо-ли сигналов Е - схемы источ. вторич. питания Р - схемы заполнения И - схемы цифровых устро-в В - схемы вычислит. устр Х - многофункциональные схемы

4. в конце маркировки может ставится буква от А до Я (кроме буквы З) или цветная точка - разброс электрических параметров у микросхем одного типа. ОС - для микросхем повышенного качества (перед цифровым обозначением серии; ОСМ - при малом выпуске; Э - на экспорт (в начале маркировки)

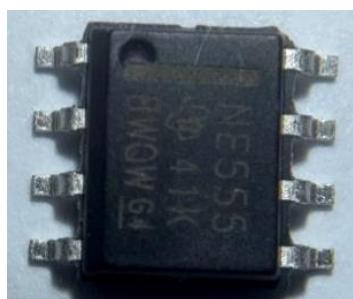
Заполнение перечня элементов

#### Перечень элементов

Таблица 1

Позиция	Наименование	Кол-во	Примечание

Установка микросхем на ПП



Требования к пайке

Проверка пайки при помощи оптического прибора

Выставление оценок

**День 5**  
**Заполнение технической документации. Пайка полупроводниковых приборов**

**Цель:** Выполнять проверку качества и правильности установки компонентов;  
Устранять обнаруженные дефекты;  
Выбирать и настраивать технологическое оснащение и оборудование к выполнению задания;

**Задачи:** Пайка светодиодов на печатную плату

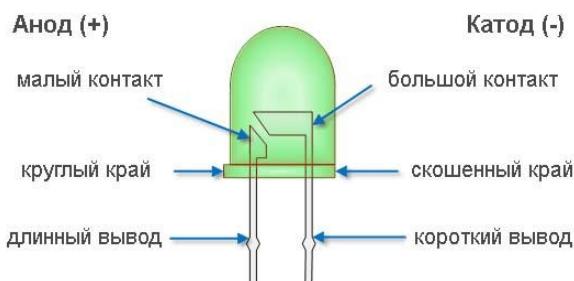
**Ход выполнения**

**Задание**

Техника безопасности

Маркировка полупроводниковых приборов

Требования на установку полупроводниковых приборов (светодиоды)



При установке должна соблюдаться полярность и высота посадки радиоэлемента.

Пайка светодиодов на печатную плату

Проверка пайки при помощи оптического прибора

## День 6

### Проверка работоспособности электронного устройства

**Цель:** Контроль качества монтажа

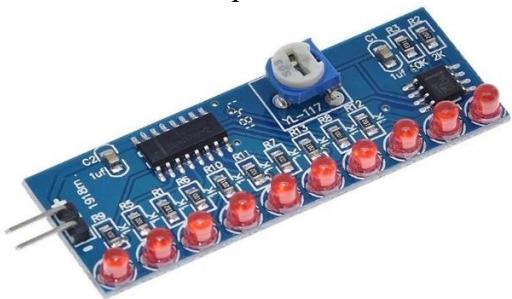
**Задачи:** Проверка работоспособности электронного устройства, регулировка

### Ход выполнения

#### Задание

Техника безопасности

Сдача готового проекта



Проверка работоспособности электронного устройства.

Настройка

Сдача технологической карты

(сдача перечня элементов и инструкционно-технологической карты)

Обсуждение со студентами ошибок, трудностей, возникших при сборке электронного устройства

Выставление оценок

## Электрическая схема

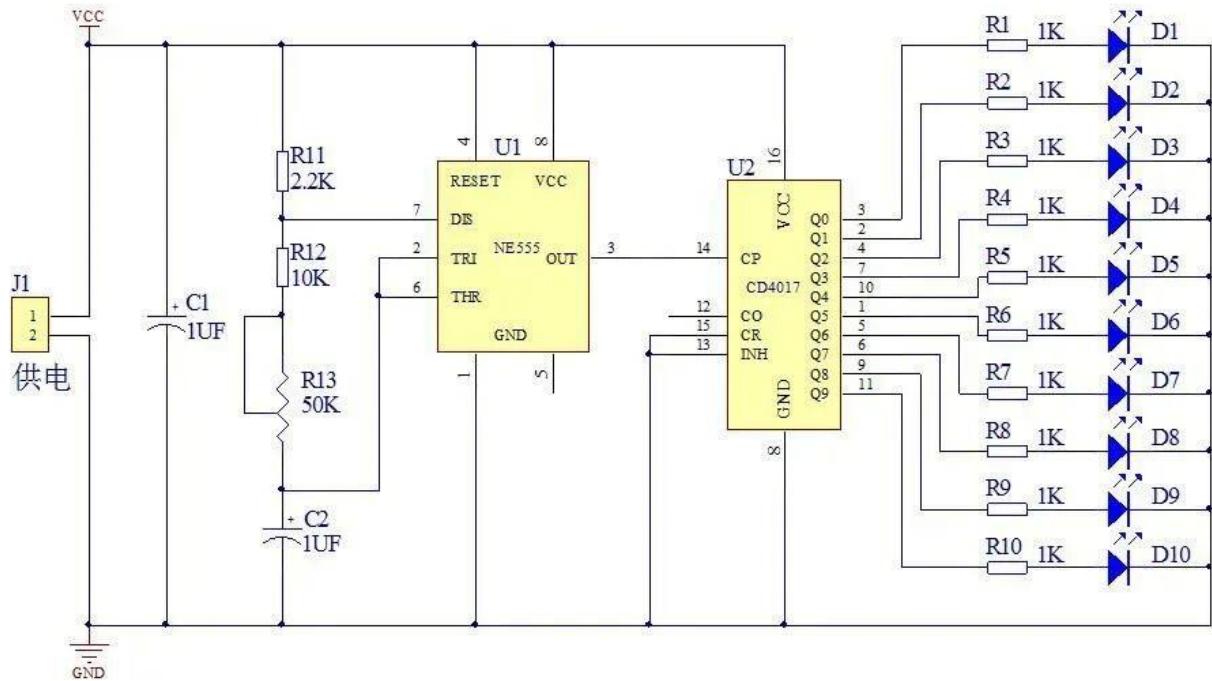


Рис 1.1 Принципиальная электрическая схема

## Электронное устройство

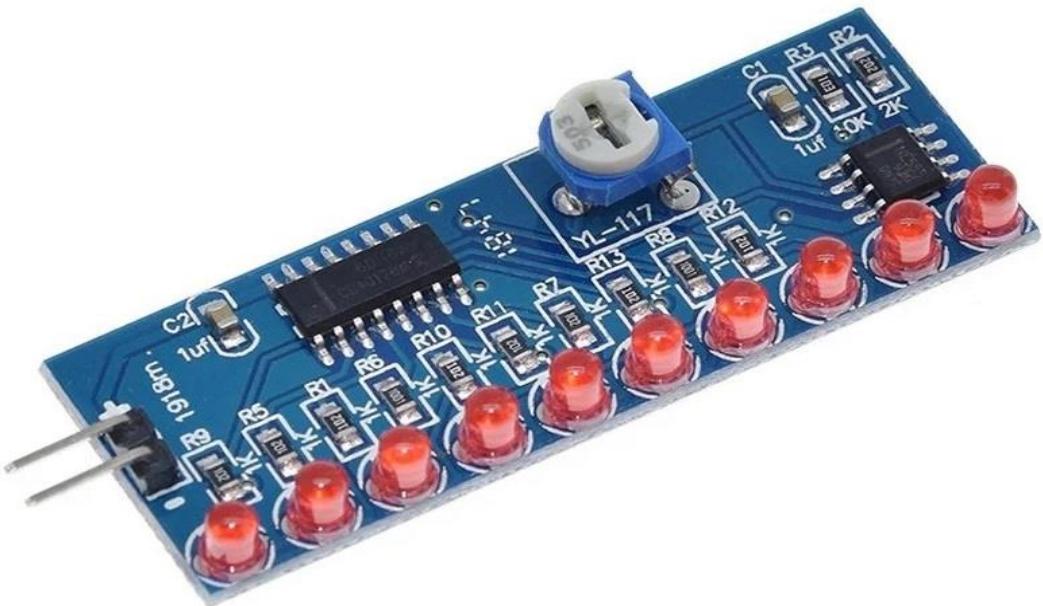


Рис. 1.2 Готового изделия

## Расшифровка номинальных smd компонентов

# 4 СИМВОЛА 3 СИМВОЛА

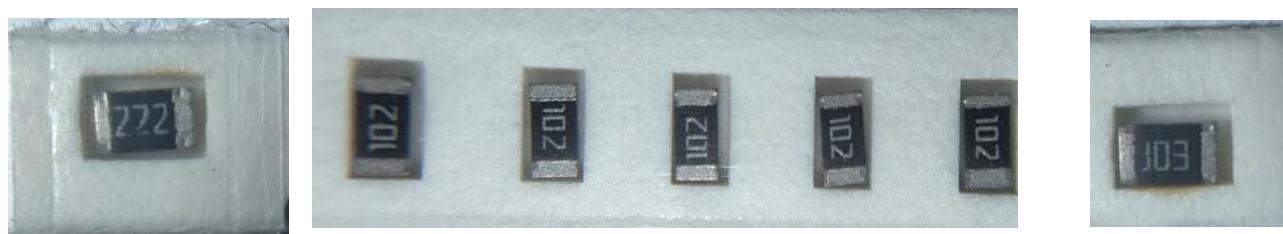
$220 \times 10^0 = 220 \times 1 = 220 \text{ Ом}$ $220 \text{ Ом}$ <b>ЗНАЧЕНИЕ</b> [КОЛИЧЕСТВО НУЛЕЙ] <b>МНОЖИТЕЛЬ</b>		$22 \times 10^1 = 22 \times 10 = 220 \text{ Ом}$ $220 \text{ Ом}$ <b>МНОЖИТЕЛЬ</b> [КОЛИЧЕСТВО НУЛЕЙ] <b>ЗНАЧЕНИЕ</b>
$470 \times 10^2 = 470 \times 100 = 47 \text{ кОм}$ $47 \text{ } 000 \text{ Ом}$ <b>ЗНАЧЕНИЕ</b> <b>ДЕСЯТИЧНЫЙ РАЗДЕЛИТЕЛЬ</b>		$47 \times 10^3 = 47 \times 1000 = 47 \text{ кОм}$ $47 \text{ } 000 \text{ Ом}$ <b>ЗНАЧЕНИЕ</b> <b>ДЕСЯТИЧНЫЙ РАЗДЕЛИТЕЛЬ</b>
$33 \times 10^0 = 33 \times 1 = 33 \text{ Ом}$ $33 \text{ Ом}$ <b>ЗНАЧЕНИЕ</b>		$33 \times 10^0 = 33 \times 1 = 33 \text{ Ом}$ $33 \text{ Ом}$ <b>ЗНАЧЕНИЕ</b>
$2,2 \text{ Ом}$ <b>ДЕСЯТИЧНЫЙ РАЗДЕЛИТЕЛЬ</b>		$2,2 \text{ Ом}$ <b>ДЕСЯТИЧНЫЙ РАЗДЕЛИТЕЛЬ</b>

## Основные технологические операции

### Подготовительная операция

Подготовка электрорадиоэлементов (ЭРЭ) к установке на печатную плату включает в себя следующие основные этапы:

#### 1. Входной контроль ЭРЭ.

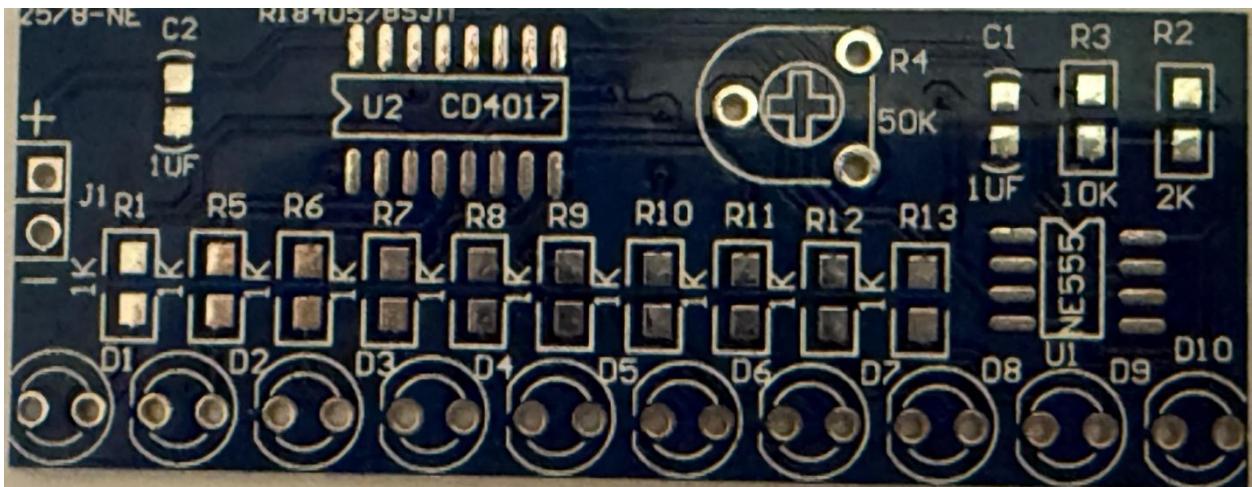




Входной контроль ЭРЭ заключается в проверке их на соответствие требованиям, изложенных в государственных стандартах или технических условиях, а также наличие паспорта и штампа ОТК.

Визуально проверяется внешний вид ЭРЭ (целостность корпуса, выводов и др.) и условное обозначение номиналов на соответствие их принципиальной схеме устройства.

## 2. Подготовка печатной платы.



Чтобы уменьшить количество ошибок при монтаже на поверхность платы наносят обозначения ЭРЭ и указывают ориентацию их установки.

Не допускать нарушения целостности контактных площадок и печатных проводников платы.

Подготовка печатной платы заключается в осмотре печатной платы и проверке ее на наличие, каких-либо повреждений (трещин, царапин, сколов, вздутий, отслаивания дорожек, разрывов в дорожках и др.).

## 2. Рихтовка выводов

Рихтовка (выпрямление) выводов вручную осуществляется с помощью прямого пинцета или плоскогубцев. В серийном производстве применяются специальные рихтовочные полуавтоматы.

### Обратите внимание!

1. При рихтовке ЭРЭ не допускается нарушения покрытия выводов, а также целостности выводов и корпусов ЭРЭ (на выводах могут быть видны следы от инструмента и царапины, которые не достигают основного материала).
2. Корпуса ЭРЭ после выполнения всех операций по подготовке к монтажу не должны иметь сколов и трещин компаунда, стекла или керамики в местах выводов из корпуса ЭРЭ.

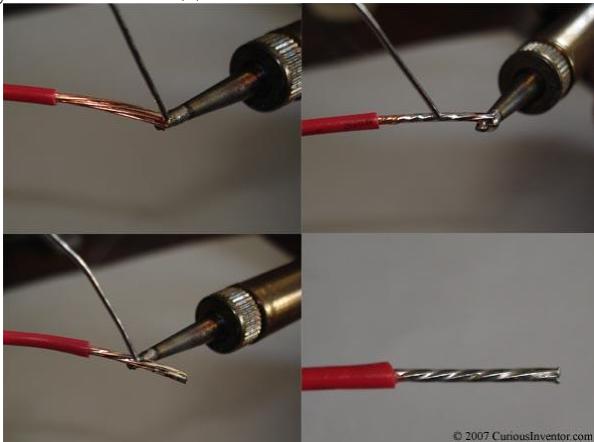
## 3. Формовка.



Формовка выводов заключается в придании им необходимой формы. При формовке ЭРЭ **не допускается** нарушения покрытия выводов,

а также целостности выводов и корпусов ЭРЭ (на выводах могут быть видны следы от инструмента и царапины, которые не достигают основного материала).

### 3. Лужение выводов.



Перед монтажом контактные поверхности платы должны быть защищены и облужены.

Лужение выводов заключается в покрытие поверхностей выводов тонкой пленкой припоя.

Перед непосредственно пайкой детали необходимо облудить, то есть покрыть их тонкой пленкой припоя. При лужении происходит сплавление припоя с основным металлом.

После лужения производится пайка деталей, для чего припой наносят в место соединения деталей и прогревают его до полного растворения, сохраняя деталь в сжатом состоянии до полного затвердевания припоя

## 8. Установка ЭРЭ на печатную плату.

При подготовке элементов к монтажу и при их установке на печатную плату необходимо выполнять следующие требования:

**Запомни!**

1. Маркировка ЭРЭ, после монтажа, должна быть видимой и читаемой.
2. Установку ЭРЭ производить с механическим креплением или без него.
3. Подогнутые выводы не должны выходить за пределы контактных площадок, а длина – 0,6-1,5 мм.
4. Высота не подогнутых концов выводов – не более 1 мм.
5. ЭРЭ размещать с одной стороны платы параллельно или перпендикулярно поверхности платы и одной из ее сторон.

Установка ЭРЭ на печатную плату состоит из подачи их на место установки, ориентирование относительно монтажных отверстий или контактных площадок и фиксации их в необходимом положении. В зависимости от типа производства она выполняется вручную механизированным или автоматизированным способом.

**Обратите внимание!**

1. После соединения с поверхностью печатной платы положение ЭРЭ может фиксировать подгибкой выводов элементов, прикрепление их к плате установкой в специальные держатели.

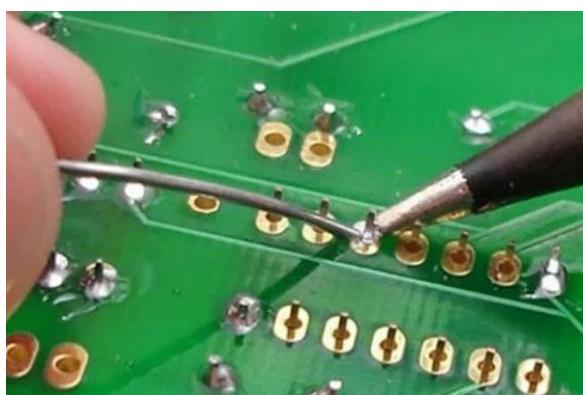
2. При закреплении элементов с помощью клея нельзя допускать попадания клея на выводы ЭРЭ, контактные площадки, в монтажные металлизированные отверстия платы и другие места пайки.

**7. Обрезка выводов:**



Обрезка выводов, как правило, совмещается с операцией формовки.  
Эти две операции выполняются на одном приспособлении

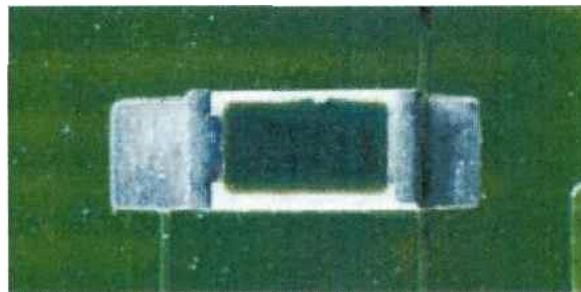
**9. Пайка ЭРЭ.**



Пайкой называется технологический процесс образования неразъемного соединения металлических деталей путем нагрева и заполнения зазора между ними расплавленным припоем, образующим после застывания прочный механический шов. Соединение металла с припоем происходит за счет растворения металла и его диффузии в припой.

Чип-компоненты – Компоненты с прямоугольной или квадратной формой контактных поверхностей. Расположение контактных поверхностей с одной, трех или пяти сторон – Боковое смещение

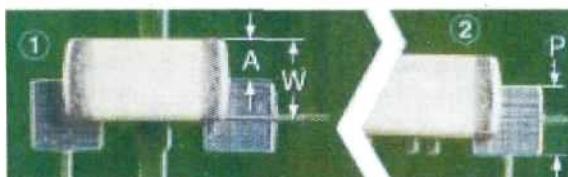
### Приемка - класс 1,2



Величина бокового смещения (A) менее или равна 50% ширины контактной поверхности компонента (W) или 50% ширины контактной площадки (P) (выбирается наименьшее значение).

### Приемка - класс 3

Величина бокового смещения (A) менее или равна 25% ширины контактной поверхности компонента (W) или 25% ширины контактной площадки (P) (выбирается наименьшее значение).



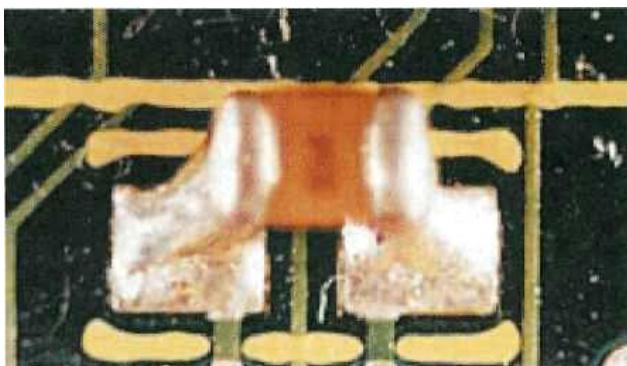
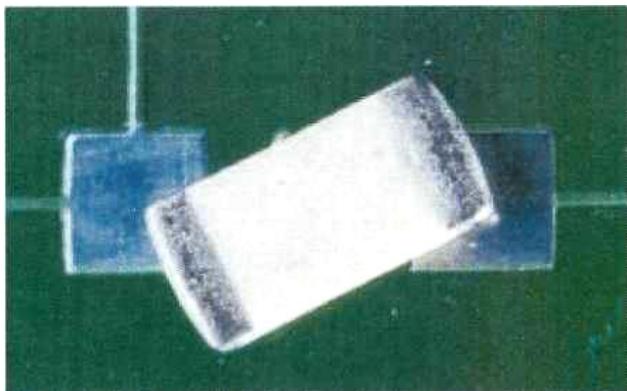
### Дефект: класс 1,2

Величина бокового смещения (A) более 50% ширины контактной поверхности компонента (W) или 50% ширины контактной площадки (P) (выбирается наименьшее значение).

### Дефект: класс 3

Величина бокового смещения (A) менее или равна 25% ширины контактной поверхности компонента (W) или 25% ширины контактной площадки (P) (выбирается наименьшее значение)

**БРАК!!**



### Обратите внимание!

#### 9.Основные дефекты при пайке:

1. Длительность пайки минимально необходимая 3 сек. и не более 5 сек.
2. Пайка должна быть блестящей, гладкой, «скелетной».



1. Наличие трещин в паяном шве в результате быстрого охлаждения детали после пайки или значительной разницы в коэффициенте теплового расширения припоя и металла.
2. Наличие пор в шве за счет высокой температуры пайки или интенсивного испарения флюса.
3. Не смачивание припоем поверхности деталей из-за большой их загрязненности.

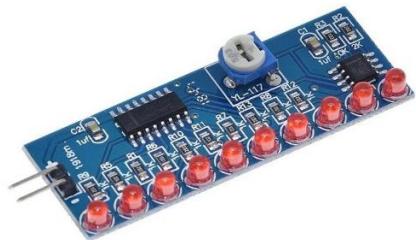
## **10. Промывка печатного узла.**

Промывка печатного узла заключается в удалении излишков флюса с печатной платы после пайки при помощи ватного тампона или волосяной кисти, смоченных в спиртобензоловой смеси 1:1.

## **11. Сушка печатного узла.**

Сушка печатного узла осуществляется на воздухе в течение 3-5 минут.

## **12. Контроль монтажа готового изделия**



Контроль монтажа представляет собой визуальный контроль качества паяных соединений и промывки.

### **ВНИМАНИЕ!**

Все постоянные и переменные резисторы устанавливаются только после проверки их номинала с помощью мультиметра.

Допустимый разброс может составлять 10-20%.

4. Промойте плату от остатков флюса этиловым или изопропиловым спиртом.

### **Обратите внимание!**

Индикатор уровня (контакты AUDIO) можно подключить как к линейному входу, (к контактам J5) так и к выходу усилителя контактам SP. При подключении нужно соблюдать полярность  
Переменный резистор, устанавливается не на плату, а проводами,

Составьте перечень элементов для печатной платы.

Используйте таблицу в приложении.

## **Перечень элементов**

Таблица 1

**3.** Составьте технологическую последовательность действий для изготовления конструктивных элементов проекта «Пайка электронного устройства»  
Используйте таблицу в приложении.

Таблица 2.

Группа	Номер операции	Наименование	Технологический операция	Содержание операции	Оборудование и приспособления	Монтажный инструмент
--------	----------------	--------------	-----------------------------	------------------------	----------------------------------	-------------------------




**Критерии оценки выполнения практических работ**

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Критерии оценки</b>
5 (отлично)	Все задания выполнены правильно, возможна одна ошибка, не являющаяся следствием незнания или непонимания учебного материала. Работа выполнена самостоятельно. Работа сдана с соблюдением всех сроков.
4 (хорошо)	Все задания выполнены правильно, но недостаточны обоснования, допущены одна ошибка или два – три недочета. Обучающийся единожды обращается за помощью преподавателя. Работа сдана в срок.
3 (удовлетворительно)	В заданиях допущены более одной ошибки или более трех недочетов, но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме. Обучающийся многократно обращается за помощью преподавателя. Работа сдана с опозданием более трех занятий.
2 (неудовлетворительно)	Выполнено меньше половины предложенных заданий, допущены существенные ошибки, показавшие, что обучающийся не владеет обязательными умениями по данной теме в полном объеме. Обучающийся выполняет работу с помощью преподавателя. Работа сдана с нарушением всех сроков. Много нарушений правил оформления.