

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующая учебной
практикой ГБПОУ
КС№54

_____ Л.А.Иванова

«___» _____ » 2016г.

**Методическое пособие для студентов
по выполнению электромонтажной практики**

Авторы Сучков Д.А., Шпаков М.А.

Москва, 2015

В учебном процессе учебная практика является частью профессионального модуля и дает специалисту рабочую профессию. Заканчивается практика квалификационным экзаменом

Основное содержание учебной практики: Компоновка элементов радиоэлектронной аппаратуры. Типы электромонтажных соединений. Изготовление печатных плат. Монтаж радиоэлементов. Общие понятия о надежности радиоэлементов и устройств. Интенсивность отказов, вероятность безотказности работы. Обеспечения надежности работы аппаратуры. Флюсы: активные, пассивные, жидкие, твердые, смываемые, несмываемые. Припои: мягкие, твердые, бессвинцовые специальные низкотемпературные сплавы для лужения и химического покрытия печатных плат. Технология подготовки плат и элементов к пайки. Специальные отмывочные средства, Использование ультразвуковых ванн. Общие методики пайки радиоэлементов.

В содержание вводится инструктаж по технике безопасности использования приборов.

Освоение программы учебной практики предусматривает работу с информационными технологиями. Каждое занятие обеспечено наглядными пособиями, инструкционно-технологическими картами и учебной литературой.

Литература

1. НПО – Москва «Академия» 2010
2. Технология электромонтажных работ Нестеренко В.М., Мысьянов А.М. Москва: «Академия», 2007
3. Основные приемы и способы выполнения электромонтажных работ А.Ф.Ктиторов Москва Высшая школа, 2009
4. Технология монтажа и регулировки радио- электронной аппаратуры и приборов Гуляева Л.Н. М.: Академия, 2009
5. Высококвалифицированный монтажник радиоэлектронной аппаратуры Гуляева Л.Н. М.: Академия, 2007
6. Радиоэлектронная аппаратура и приборы: монтаж и регулировка Ярочкина. Г.В. М.: Академия, 2004
7. Монтаж приборов и систем автоматизации Каминский М.Л., Каминский В.М. М.: Высшая школа, 2005

Занятие №1

Техника безопасности при работе с электроприборами и паяльником

Тема 1. Воздействие электрического тока на организм человека.

Строго соблюдать технику электробезопасности.

Ток может протекать по следующим путям:

1. Кровеносная система (кровь-электролит)
2. Сухожилия
3. Скелет

Причины поражения электрическим током:

- 1) Случайно, касании токоведущих частей.
- 2) Касание токоведущих частей отключённых приборов (станки, устройства), на которых остался заряд (конденсаторы большой ёмкости, аккумуляторы).
- 3) Технические причины (оборудование): старое; новое, но с недостатками, при отсутствии его эксплуатации.
- 4) Организационно-технические причины (60% всех несчастных случаев).
- 5) Шаговое напряжение (разность потенциалов между ступнями 1. Необходимо поднять 1 ногу и ноги вместе поставить 2. Выбираться в ту сторону, откуда пришли (гусиным шагом, прыжками)).

3 группы воздействия электрическим током на человека:

- 1) $I \leq 15 \text{ mA}$ - тепловое воздействие. Ожоги.
- 2) $I = 15 \div 100 \text{ mA}$ - механическое воздействие (электрический удар, сильные судороги и боли, переломы)
- 3) $I > 100 \text{ mA}$ - химическое (электрическое). Кровь начинает разлагаться на составные части.

Предельно-допустимая величина тока воздействующего на человека 160 мА

	Действия электрического тока на человека	$\approx I, \text{mA}$	$= I, \text{mA}$
1.	Порог осязательности (легкое покалывание)	1,1-1,5	7
2.	Ощущение более заметно (судороги-произвольное сокращение мышц).	5-10	30
3.	Порог неотпускающего тока (сильные судороги, боли в суставах рук, ног, необходима внешняя помощь).	15-20	60
4.	Сильные судороги, сильные боли, паралич рук, затруднено дыхание.	20-30	200
5.	Состояние комы. Пульс слабо прослушивается, сознание отсутствует.	50-80	300

6.	Смертельный исход(более 5 сек.),фибрилляция сердца(клапан вибрирует).Разложение крови,паралич дыхания.	100-160	700
----	--	---------	-----

Факторы, влияющие на степень поражение электрическим током.

- 1)Состояние кожного покрова (целостный,без порезов,чистый,незамасленный,сухой).
- 2)Площадь соприкосновения с проводником, с контактом (всей рукой или пальцем).
- 3)Величина тока и напряжения цепи ,куда попадает человек (статическое напряжение МКА,но 1кВ).
- 4)Время нахождения под воздействием электрического тока.

tсек.	0,1	0,5	1,0	>1,0	Отпускающие токи
$\approx I, \text{mA}$	<u>400</u>	125	50	6,0	Производственные
$\approx I, \text{mA}$	<u>200</u>	50	25	2,0	Бытовые

Отпускающие - мгновенного воздействия (0,1;0,2;0,5 сек)

Внутреннее сопротивление организма человека 1000 Ом, зависит от возраста ,пола, состояния.

5)Пути прохождения электрического тока в организме человека: а)Однофазное (рука-туловище-нога).

б)Двухфазное (рука-грудная клетка-рука-цепь).

Запомнить!Техника безопасности при измерении – одной рукой (другая –за спиной)

б)Психологическое состояние человека. Настроение, самочувствие,наличие алкоголя в организме.

Защита от тока:

- 1.Строго соблюдать технику электробезопасности.
- 2.Наличие спецодежды

Оказание помощи при поражении электрическим током

- 1.Выключить напряжение,если известно где.
- 2.Оттаскивать за одежду с помощью деревянных предметов ,обезопасить себя.
- 3.Подпрыгнуть, поджать ноги и упасть отвалившись от провода
- 4.Спасать, работая 1-ой рукой, 2-я за спиной.
- 5.Помочь пораженному дышать: положить. голову запрокинуть, освободить от галстуков застёжек, очистить рот, сделать искусственное дыхание (3-4 резких движения на грудную клетку, 3-4 вдоха в лёгкие)
- 6.Оказать доврачебную помощь.

Классификация помещений по признакам безопасности.

- 1)Помещение без повышенной безопасности (спортзал,коридор,столовая).
- 2)С повышенной опасностью,где есть наличие хотя бы одного из признака опасности (повышенная сырость,токопроводящие полы и пыль,возможность одновременного касания человека корпуса прибора и фазы сети).

Запомнить: В этих помещениях разрешается использовать оборудования с

напряжением 36В.

3)Особо опасные помещения.

Особо сырые, с химически активной средой, с постоянной высокой t° (более 30°C), при наличии 2-х или более признаков повышенной опасности (на 12В)в помещении.

Тема 2. Работа с паяльником

Электропаяльник, его устройства и назначение.

Устройство, предназначенное для пайки. Его назначение:передать тепло месту спая (чтобы припой растёкся по месту спая).

Запомнить! Чем толще жало, тем мощнее нагревательный элемент

Паяльники можно классифицировать :

- 1.По мощности нагревательных элементов (10Вт,300Вт).
- 2.По величине питающего напряжения (от 6В до 220В)
- 3.По виду жала паяльника.
- 4.Работают по $\approx$ току, по ультразвуку , от газового баллона,от батареи.

Новый паяльник необходимо доработать.

Жало паяльника расплющивают, отковывают и придают форму отвертки (рабочая поверхность 2 плоскости),чтобы быстрее передать t° месту спая. Расплющивание наконечника приводит к образованию наклёпа он уменьшаетинтенсивность выгорания меди паяльника и продлевает работоспособность паяльника без раковин,зазубрин, резко уменьшают тепловой контакт между жалом и местом спая и замедляют процесс стекания припоя с жала на место спая, Увеличивается время пайки дольше прогревается место спая, это приводит к перегреву, оплавлению изоляции.

Характеристика нагревательного элемента

Выполняются из сплавов с большим ρ .Медь=0,0175 Серебро=0,016

	Сплав	$T^{\circ}\text{раб.}^{\circ}\text{C}$	$\rho = \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$
1	Нихром(99%)	1100	1,07-1,12
2	Фехраль	950	1,2-1,3

Нагревательный элемент выполняется в виде рядовой намотки в один ряд, при большой длине, выполняется 2-3 ряда или в виде спирали. Для нагревательных элементов используются обмоточные провода маленького сечения ($0,1-0,2 \text{ мм}^2$). Нагревательный элемент укладывается на изолятор. В качестве изолятора нагревательного элемента используется: слюда(90%) листовая, фарфор(керамика)в виде трубочек, асбест (листовой или шнуровой). Нагревательный элемент соединен с сетевым проводом.Ручка паяльника должна быть чистой, гладкой без сколов, должна плотно сидеть на паяльнике чтобы избежать травмы.

Техника безопасности при работе с паяльником:

- 1) Стержень не должен качаться.
- 2) Шнур не должен иметь повреждений.
- 3) Изоляционная ручка не должна иметь трещин и сколов.
- 4) Паяльник должен плотно лежать на подставке.
- 5) Избегать касания паяльником других предметов.
- 6) Запрещается стряхивать припой с жала, поскольку припой прилипает ко всем предметам.
- 7) Удалять грязь и нагар с жала с помощью шкурки.

Техника работы с паяльником

- 1) Во - первых, формируем жало отвертки, уплотнив и расклепав его.
 - 2) Во - вторых, включаем паяльник в сеть 36В.
 - 3) В - третьих, макаем жало в банку с канифолью и, несколько капель расплава переносим на шкурку (3-4 капли) возвратно-поступательными движениями в 2-х плоскостях по шкурке с канифолью.
 - 4) В – четвертых, периодически макаем жало в банку с припоем (для защиты жала от окисления) Когда припой начнет плавиться, то прилипнет к жалу паяльника нужно продолжить возвратно -поступательные движения по шкурке с канифолью и припоем . Возвратно – поступательные движения необходимы для более глубокого и широкого внедрения припоя в медь наконечника, продлевается нормальное облуженное состояние жала.
- Если припой покрывает обе плоскости жала паяльника ровным слоем, свободно перетекает с одной на другую ,если плоскости имеют чистый светло-серый цвет, такой паяльник считается нормально луженым.

Сохранение паяльника в рабочем состоянии, необходимо:

- 1) Периодически следить за паяльником и макать жало в банку с припоем (удаление пленки окиси свинца).
- 2) Периодически удалять с жала грязь и нагар с помощью шкурки (продукты горения канифоли и припоя).
- 3) Периодически укреплять жало паяльника.
- 4) Периодически удалять напильником с жала раковины с острые кромки ,зазубрены, скрытые скрыты под слоем припоя

Самостоятельная работа №2 Освоение работы с паяльником

Технологическая карта

Облуживание голых проводов.

- 1) Получить у мастера тонкий проводок, выправить его (чтобы проводок был ровный и свободно вращался между 2-мя пальцами левой руки).
- 2) С помощью монтажного ножа очистить проводник от изоляции, пропуская тонкий проводок между лезвием ножа и большим пальцем правой руки, равномерно снимая покрытие вдоль проводника, медленно поворачивая вокруг оси.
- 3) Лудить ровный проводник с помощью паяльника (как и жало).
- 4) Далее продолжать тем же способом на второй половине проводника.

5) Сдать работу в чистом виде.

Без канифоли припой прилипнет к меди, образуется грязь и нагар на проводнике.

Температурный режим паяльника.

Три режима работы паяльника:

1) Нормальный t° режим.

Припой плавится быстро, но не скатывается в виде шариков.

Канифоль также плавится быстро, но не дымит, на жале паяльника выгорает, не задерживается.

2) Недогрев.

Припой плавится медленно, по жалу растекается медленно, в виде кашицы при облуживании проводника неровности (наплывы).

Канифоль медленно, долго не выгорает.

3) Перегрев.

Припой плавится быстро, на жале скатывается, не задерживается, жало быстро покрывается плёнкой.

Канифоль быстро, сильно дымит, очень быстро выгорает, много грязи.

Запомнить! 2-ой и 3-ий режимы приводят к затруднению облуживания и некачественной пайки.

В монтажной практике существует 2 понятия:

1) Пайка как процесс во времени.

2) Пайка как конечный результат.

Пайка как процесс (облуживание):

1) Паяльник должен быть в нормальном t° -ом режиме.

2) Нормально облужен, иметь чистый вид.

Проводник должен быть тщательно подготовлен: очищен от грязи, окислов, изоляции, следов коррозии и т.д.

Нагретый паяльник **быстро макаем** в канифоль и 2-3 капли на проводник, облуживаем на середине, на 1/3.

Прижимают всю плоскость жала к проводнику на канифоль, проводник нагревается, канифоль плавится и растекается.

Медленно поворачиваем проводник вокруг оси, начинаем медленное возвратно – поступательные движения вслед за растекающейся канифолью (вперед не забегать)

Если канифоль в виде капли исчезла, то необходимо добавить еще.

На жале паяльника должен быть припой.

Не отрывая жала от проводника его поворачивают вокруг оси, медленно двигаясь за растекающейся канифолью, облуживаем проводник (проводник должен иметь **небольшой наклон**). Чем лучше подготовлен проводник к облуживанию, тем быстрее и качественнее он будет облужен, тем качественнее осуществится пайка.

Правила эксплуатации.

Откусывания проводник бокорезами, проводник нужно придерживать, не дать улететь.

Жало паяльника не должно качаться и тем более вываливаться (t° жала $200 \div 300^\circ$).

Сетевой шнур паяльника не должен иметь ни порезов, ни поджогов (повреждений), а это значит аккуратно вынуть шнур и положить параллельно паяльнику.

Остерегаться ожогов расплавленной канифолью (50°C), припоем (200°C).

Паяльник размещен на столе с правой стороны, все остальное слева, а в перерывах между пайками паяльник плотно лежит на подставке.

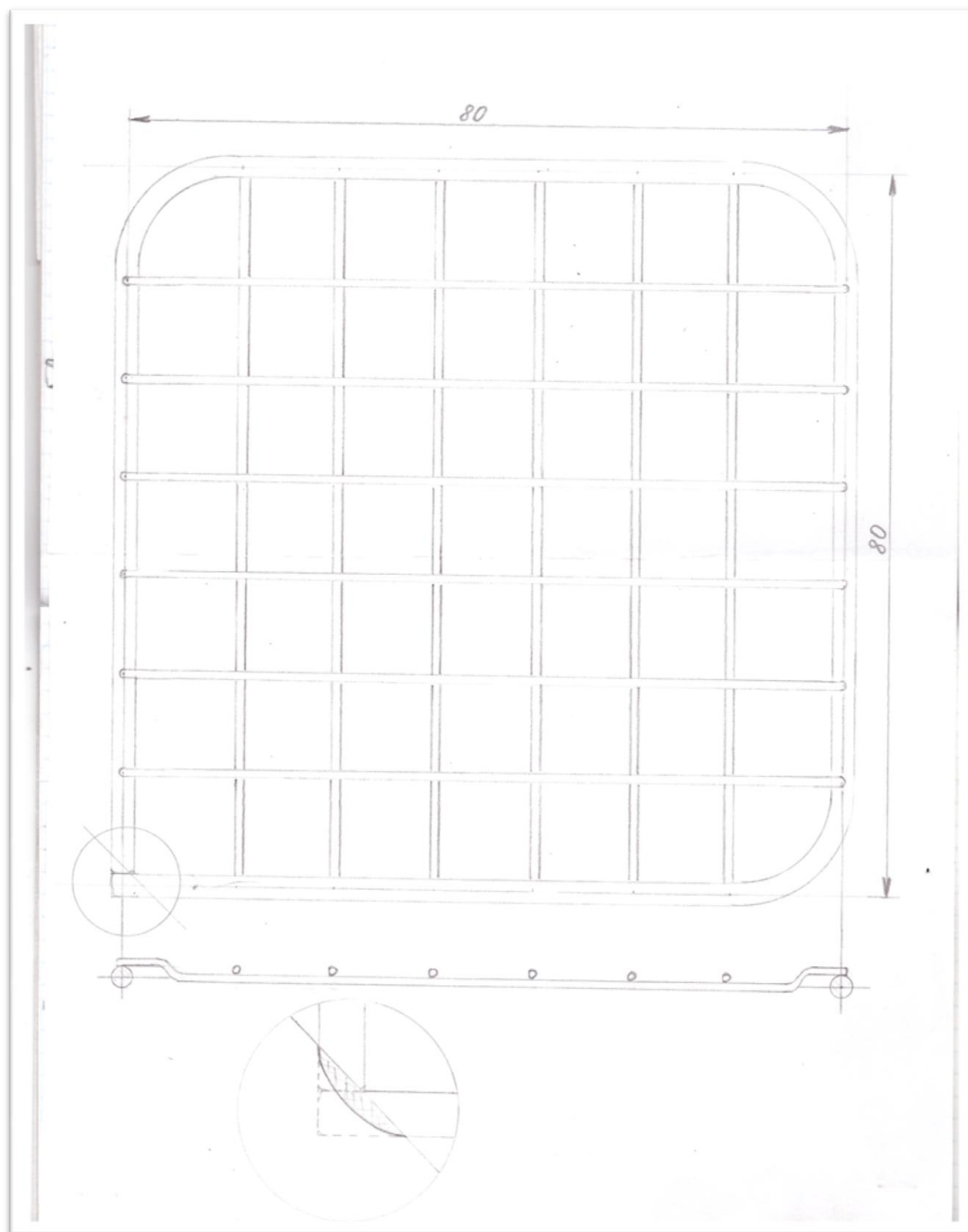
Запрещается:

1. Включать оборудование без разрешения педагога.
2. Оставлять включёнными паяльник или стенд даже на самое короткое время без внимания.
3. Прикасаться к токоведущим частям (стенд) и заземлённым предметам одновременно.
4. Использовать активные и агрессивные флюсы.

Самостоятельная работа №3. Виды крепления проводников.

Технологическая карта.

- 1) Начертить в тетради эскиз, по которому выполняется работа.
- 2) Получив толстый провод длиной 16 см, сделать заготовку для стоек.
- 3) Получив тонкие провода, формируем заготовки видов креплений:
 - муфта длиной 16 см;
 - навивка $L=18$ см;
 - площадка с навивкой $L=20$ см;
 - кольцо с навивкой $L=22$ см;
 - кольцо (без навивки) $L=11$ см;
 - площадка без навивки $L=10$ см;
 - проводник с отводом $L=10$ см;
 - длина проводника для навивки $L \geq 5$ см;
 - длина кольца $L \geq 1$ см.
- 4) Выправить все тонкие заготовки, зачистить и лудить.
- 5) Выправить заготовку для стоек, ровная, зачистить от изоляции и лудить с минимальным количеством припоя.
- 6) Контроль качества: показать, как облужены проводники.
- 7) Сформировать последовательно все виды крепления проводников и припаять их все.
- 8) Контроль качества.
- 9) Расположив все виды крепления по центру эскиза, формируются кольца с одной стороны, потом с другой, кольца замкнуты, симметричны, должны свободно сниматься и одеваться на стойки.
- 10) Контроль качества.
Все виды крепления прикладываются к эскизу, проверяют совпадение крепления с осевой линией.
- 11) Надеть виды крепления на стойки, соблюдая заданную последовательность и интервалы, сделать временные пайки, т.е. прикрепить кольцо к стойке.
- 12) Провести окончательную пайку колец, приложив всю плоскость паяльника к стойке, прогреваем её, формируем пайки с помощью канифоли, продвигаясь сверху вниз по каждой стойке и убрать лишний припой.
- 13) Сдать работу в чистом виде. Приложение 1.



Обмоточные провода.

Провода из специальной меди, тонкие медные(90%), $d=0,5\div 2,5$ мм, марка ПЭВ.

Бывают как круглого, так и прямого сечения.

Используют для изготовления обмоток.

Большинство обмоточных проводов имеют изоляцию.

Изоляция обмоточных проводов.

1)Чаще распространена изоляция высокопрочных эмалей и лаков,наносятся в 1 или 2 слоя.

2)Плёночные изоляции.

3)Волокнистые изоляции(волокна,пряди).

4)Комбинация эмаль+волокно.

1.Эмалевая изоляция.

Гибкая из высокопрочного лака типа(ВЛ-941),толщина ОТ 0,06 до 0,08 мм.Большинство проводов маркой ПЭВ(95-99%).

В маркировке после марки идёт цифра 1 или 2(2 слоя).Далее цифра диаметр провода(0,1 мм).

ПЭТВ

Т-термостойкость(работа $t^{\circ} \approx 130^{\circ}$)

П-провод

Э-эмалевые

В-ВЛ-941 марка лака

ПЭТВМ

М-механически прочный,многократный перегиб и растяжение

ПЭТ-200(рабочая $t^{\circ}=200$)

ПЭМ

М-маслостойкость

2.Плёночные изоляции.

Изоляция из бумаги,плёнок лавсана,плёнки фторопласта,плёнки лавоктани и т.д.

Применяется на Си-жилах,на АС-жилах.Используется кабельная бумага в виде изоляции.

Телефонная пара: каждый обмотан кабельной бумагой,соединён, ещё 2 слоя кабельной бумаги.

ПБД

Б-бумажный

Д-2 слоя

П-Си провод

АПБД

АП-АЛ провод

3.Волокнистые изоляции.

Волокна шёлковые,капроновые,стекловолокно, хлопчатобумажные

используются как на проводах с круглым,так и с прямоугольным сечением(большого сечения 6-10 мм² т.к. наматывают волокно,на большие токи чтобы не портить изоляцию покрывают лаком).

Большая толщина(0,3 мм),требует дополнительной пропитки лаками,чтобы закрепить,просушить изоляцию.

Волокнистая изоляция обладает повышенной механической прочностью на стирание .

4.Гибридная,эмаль+волокно(двойная).

Применяется на Си жалах,снаружи волокнистая изоляция.

Обеспечивает повышенную механическую и электрическую прочность.

ПЭВБД

ПЭВШО

ШО-шёлковая оплётка

ПЭТЛО

ЛО-лавсановая оплётка

ПЭЛШО-литцендрат

Изготавливают ВЧ-катушки, -Тр, -и т.д.

Л-лужённый

Многожильный

Катушки типа универсал.

ПЭК

К-константовый с большой ρ

ПЭМ

М-манганиновый с большой ρ

ПЭШОК=константан

ПЭШОМ=магганин

Для различных сопротивлений.

Припой и их характеристики.

Припой-чистые металлы или их сплавы, которые применяются в качестве связующего звена в пайке.

2 группы припоев: легкоплавкие (мягкие) и тугоплавкие

1.Лёгкоплавкие(мягкие), t° до 400°C

Характер представитель марки ПОС припой оловянно-свинцовый. Самый распространённый припой. После марки ПОС идут цифры 90,61(процентное содержание олова в припои). ПОС-61-самый распространённый в монтажной практике. Очень часто используется с добавками (кадмий, висмут, сурьма, Ag в малых дозах). Эти припои обладают хорошей текучестью, высокой механической прочностью, электропроводимостью, коррозионной стойкостью, не окисляется.

В зависимости от добавок меняется $t_{\text{пл}}^\circ$, меняются свойства ($\text{Sh} > 15\%$ обладающие малой механической прочностью, с висмутом $> 50\%$ низкая $t_{\text{пл}}^\circ$ до 90° , паяные швы хрупкие, сурьма повышает прочность шва).

При пайке мягкими припоями преобладает поверхностное сплавление (адгезия).

Марку выбирают в зависимости от соединяемых металлов, от прочности паяного шва, коррозионной стойкость.

При чём припои не должны образовывать с металлами активных электрических коррозионных пар ($\text{Cu} + \text{Al}$). При соединении 2-х проводников оно разрушается при прохождении тока. Мягкие припои-основные в монтаже.

2.Тугоплавкие(твёрдые), $t^\circ > 400^\circ\text{C}$

Припой марки ПМЦ (медно-цинковый)

Цифра «%»-ое содержание Cu в сплаве. ПМЦ-54. Несколько видов, используются также с добавками (Al, Ag, Si). Отличаются малым ρ . Применяются для пайки чёрных металлов, прочные антикоррозионные швы на Al-ой основе с добавками Cu, Si, Sn отличаются повышенной механической прочностью, для пайки Al и его сплавов. Припой ПМЦ обладают повышенной хрупкостью, не выдерживают ударов, вибрации. Используются для цветных и чёрных металлов. При пайки твёрдыми припоями присутствует диффузия, кроме адгезии. Используются горелки, ВЧ-установки, печи для пайки.

Виды припоев.

- В виде прутков в продаже.
- Раскатывают в пластинки.
- Припой выпускают в виде тонких проволок. Сплавы (вуда) выпускаются в гранулах. ПОС С_у-61-0,5 (0,5% сурьмы).

Флюсы и их характеристики.

Для получения качественной пайки необходимы флюсы.

Флюсы - химические вещества, предназначенные для растворения тонких плёнок окиси металла для предохранения поверхностей металлов от окисления. Флюсы создают не только жидкую защитную среду, но и способствуют лучшему, успешному затеканию припоя.

Флюсы бывают 3-х видов:

- 1) Твёрдые, парообразные.
- 2) Жидкие (водные растворы).
- 3) Пасты.

Все флюсы еще разделить на 3 группы:

- 1) Агрессивные (активные).
- 2) Пассивные.
- 3) Активированные.

1. Агрессивные (кислотные) флюсы – протравы.

Изготавливаются на основе кислот (HCl, HNO₃).

Они очень хорошо очищают спаянные поверхности, очень хорошо растворяют плёнки окислов. Чтобы избежать коррозии пайки (паяных швов) место спая необходимо промывать (хотя бы горячей водой).

2. Химически пассивные (без кислотные). Канифоль, воск, стерин и т.д.

Они только защищают спаянные поверхности, только предохраняют от окисления.

Эти флюсы используют в монтаже наиболее активно. Используются только с мягкими припоями. Канифоль - природная смола.

3. Активированные флюсы.

Изготавливаются на основе канифоли с активными добавками (салициловая кислота, соляно-кислой аммонии, триэтаноламин). Эти флюсы позволяют производить пайку без предварительного удаления окислов с проводников (голые медные провода).

Используются в монтажных работах, особенно в пайке печатных плат. Выбор флюса зависит от соединяемых пайкой металлов и марки припоя. $t_{пл.}^{\circ}$ флюса должна быть меньше $t_{пл.}^{\circ}$ припоя. Остатки флюса должны легко удаляться с места пайки.

Для пайки Al и его сплавов, которые очень легко окисляются на воздухе, применяют особые активированные флюсы, которые способны быстро растворять плотную плёнку оксидов Al (хлористый Li или хлористый Zn).

Классификация флюсов.

Состав флюса.	Область применения.	Место спая.
<u>1) Агрессивные (активные)</u>		

Прокалённая бура Плавленая бура 21% Борная кислота 70% Фтористый Са 9% Хлористый Zn 1% Канифоль 16% Остальное вазелин	Для пайки цветных и чёрных металлов(Ni-ых,С-ых сталей,нержавеющ.,с применением ПМЦ). Для пайки детских из драгоценных металлов.	Промывается обязательно Желательно промыть.
<u>2)Пассивные.</u> Канифоль 100% Спиртовой раствор канифоли(30% порошка,спирт остальное).	Лужение и пайка деталей из цветных,драгоценных металлов.	Очищается с помощью щётки,протирают спиртом.
<u>3)Активированные.</u> ЛТИ-120,ВТС Наибольшее распространение ЛТИ-120: Этиловый спирт 70% Канифоль 20% Эталорамин 3% Солян.-кислота 7% ВТС:В-вазелин 63% Т-триэтаноламин 6,3% С-салициловая кислота 6,3% спирт 24,4%	Пайка и лужение деталей из цветных металлов,трудно поддающихся облужению материалов проводники с большим ρ) Ag,Pt.	Желательно промыть,но не обязательно.

Пасты применяются для пайки печатных плат(флюгель),РЭА,на производстве.

Монтажные провода.

Провода изготавливаются из специальных проводниковой Си,из тонких проволочек,скрученных косичкой(жилка)-многожильные(мягкие, гибкие).

Делают фигурную укладку.Предназначается для соединений в электрических аппаратах,устройствах. Ими ведут монтаж,соединения по определённой схеме. К монтажнымпроводам относятся одножильные

медные(жёсткие)провода(однопроволочные).Изготавливают фиксированную укладку.

Жилки монтажные могут быть лужёными и нет, а в кабелях ВЧ - серебрёнными.

Одножильные провода всегда лужёные, но не всегда серебрённые(в ВЧ-узлах).

В качестве изоляции могут применяться следующие материалы:

Чаще распространена изоляция полихлорвиниловая (поливинилхлоридная);иногда эта изоляция в комбинации с волокнистой. В плёнках из фторопластаиспользуются пряди стекловолкна. Промышленностью выпускаются различные полимеры: пластмассыиногда с прядями.

К монтажным относятся и высоковольтные провода. Сечение монтажных проводов

выбирают в зависимости от силы тока, протекающего через проводник и допустимого нагрева (предельной t°).

Изоляция монтажных проводов выбирается в зависимости от напряжения, под которым находится проводник и от условия работы проводника

Марки монтажных проводов для монтажной практики:

МГШВ(Э)-экран. Все марки обозначаются по первым буквам.

М-Си-ый

Г-гибкий(многожильный)

Ш-шёлковый

В- винил (полихлорвинил).

МГШП-медный,гибкий с шёлковой изоляцией

П-полиэтилен.

МГТФ

Т-термостойкий

Ф-фторопласт(не лужёный).

МПМ-медный,полиэтиленовая изоляция,многожильный.

ПМВГ-провод медный с виниловой изоляции,гибкий.

ПМВ-провод Си-ый, виниловой изоляции.

ММ-медный,мягкий.

Монтажные провода характерны цветной изоляцией.Цифра показывает сечение провода.Монтажные жёсткие провода используются для различных перемычек,шин заземления;серебрённые - для монтажа.

ВЧ-узлов(короткие проводники).Проволочек от 7 до 50 шт. в одном проводе.

Монтажные провода большего сечения крепят наконечником,не распаивают.

Земляная шина на конце обжимается, на конце наконечник.

Требования ГОСТа к разделке монтажных проводов:

1)Провод(изоляция) не должен иметь повреждений(поджогов,подрезов,оплавлений).

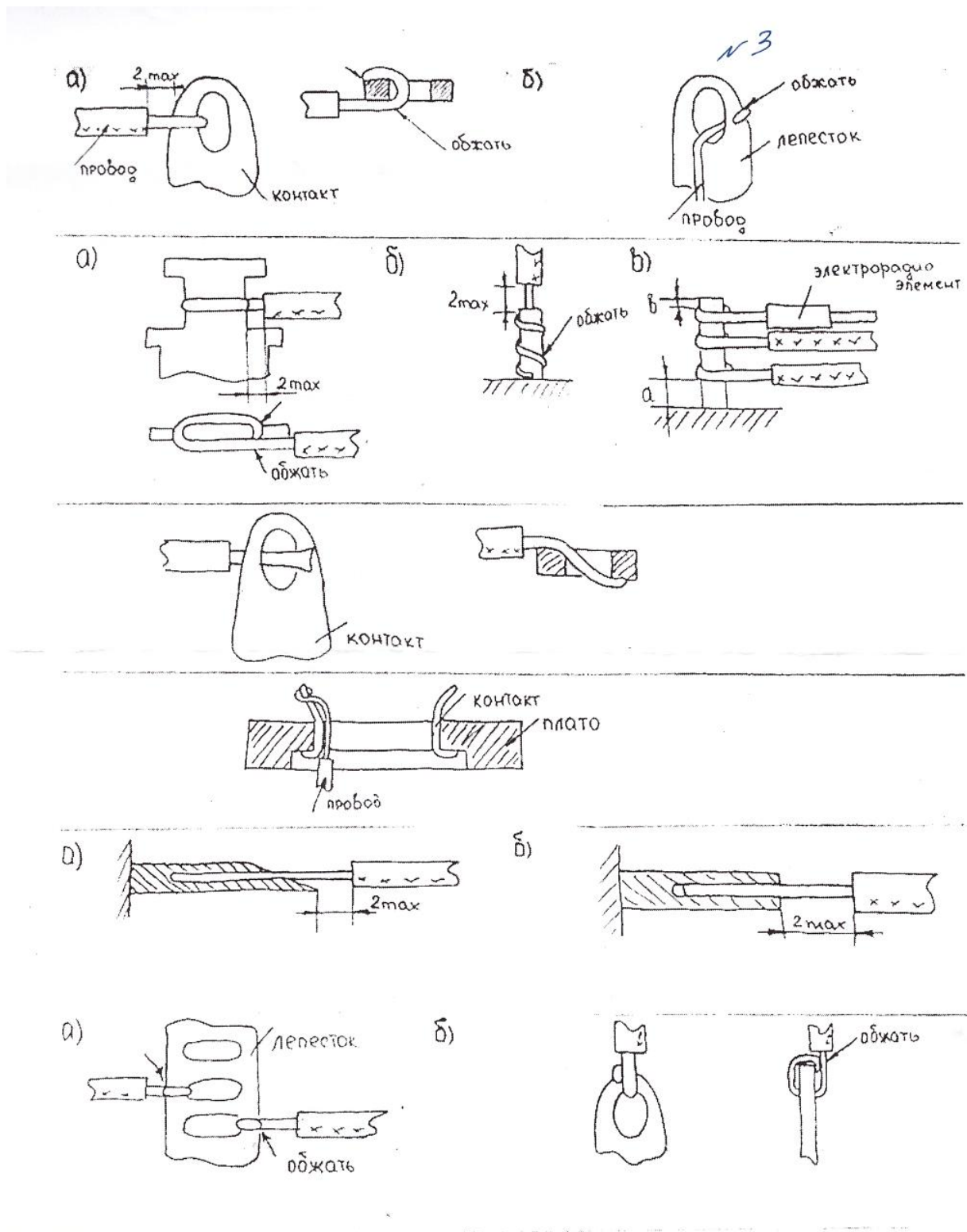
2)Многопроволочные жилы монтажных проводов (при пайке снять изоляцию, скрутить косичкуи облудить с минимумом припоя).

3)Не допускается применение при разделке монтажные ножи,скальпелей,бокорезов,кусачек. Подрез жил или отдельных проволочек запрещен.

4)Изоляция проводов(кроме резины эмали и стекловолокна) удаляется методом обжигания с помощью электроножа или с помощью паяльника (чтобы не повредить косичку).

5)Длина оголенной части жилки монтажного провода(от края изоляции до пайки)должна быть ≈ 1 мм

6)Все закреплённые на лепестках,контактах концы монтажных проводов должны быть плотно обжаты(min объём пайки).



7) Провода или выводы радио элементов (сечением до $0,5 \text{ мм}^2$) следует паять с выполнением полного оборота контакта (колечка).

8) Пайка монтажных проводов необходимо производить в положении исключающем затеканию припоя под изоляцию или внутрь контакта (стекать канифоль, под углом).

9) 2 или несколько параллельно идущих монтажных проводов необходимо связать в жгут.

Самостоятельная работа №4. Разделка монтажных проводов.

Цель: освоить разделку монтажных проводов

1)Получив пучок монтажных проводов,необходимо выправить края,покатывая между пальцами.

Разглаживать изоляцию вдоль проводника запрещено.

Весь пучок в левой руке,не распускать,провода не вытаскивать.

2)Обжечь изоляцию с помощью паяльника на проводнике на расстоянии 5 мм.

Если могут попасться провода с комбинированной изоляцией, то паяльник обожжет только наружную изоляцию, нужно еще прожечь шёлковую.В бумажной изоляции скрутить в косичку туго и откусить, убрать электрическим ножом.

3)Восстановить косички у всех проводников,облуживаемзачищенные проводники чистым паяльником.

90% всех косичек закручены в правую сторону.Косичку облуживать ровную при минимальном объёме.

Разделка экранированных проводов.

Экраном называется плетёнка,нет чулок),который состоит из тонких проволочек, собранных в пряди. На схемах обозначают 2х4,3х6,4х8,8х10,2х4,3х6.

Нужно указать экран:

1.Левый столбец - количество проволочек.

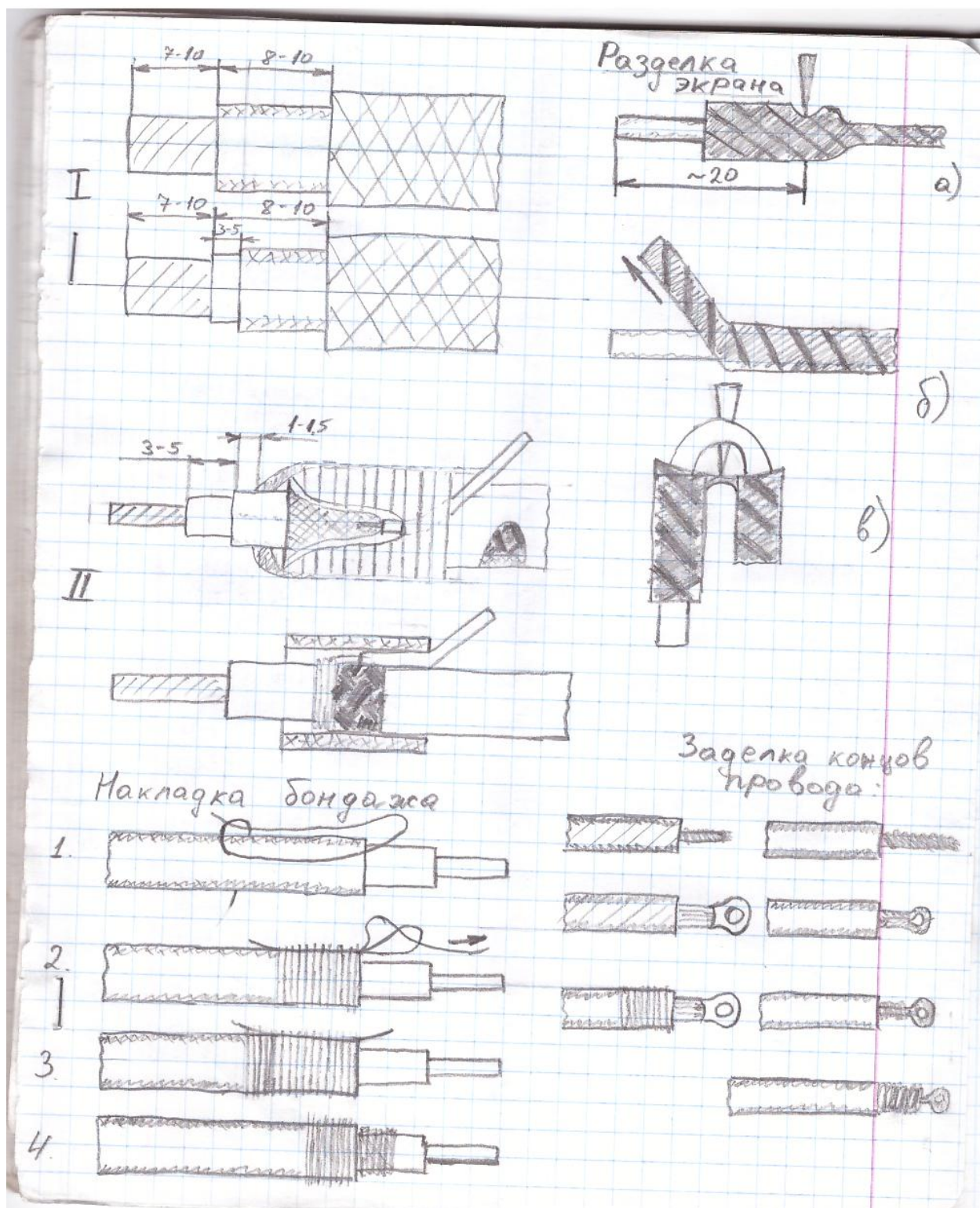
2.Второй-число прядей.

3.Подсоединяется к корпусу или на заземление

Разделка:

1)Сдвинуть плетёнку на заданное расстояние от края проводника.

2)Или расчесать её(на несколько косичек или пучков;раздвинуть пряди у основания косички и вынуть сигнальный проводник,облудить).



К монтажным относятся кабели 2-х видов.

1. Кабель типа РК (радиокабель, телеантенный, коаксиальный, ВЧ-кабель).

Характеризуется

- волновым сопротивлением $\rho = \sqrt{\frac{L}{C}}$.
- номиналом $\rho = 75 \text{ Ом}$ (телевизион.) (может быть другим).

- погонной ёмкостью l и погонным затуханием W .
- предназначен для передачи ВЧ-сигналов(называется телевизионным) $F_{\text{раб.}} > 1\text{МГц}$.
- Очень распространённый кабель.
- Большой недостаток:с увеличением длины кабеля резко увеличивается затухание видеосигнала,что сказывается на яркость и чёткость изображения.
- Величина затухания зависит от материала изолятора.
- Сигнальный провод может быть жёстким,мягким,чаще всего косичка серебрянная или лужёная.
- Внутренний диэлектрик изолирует проводник от экрана и определяет ρ кабеля(импеданс,показатель).
- В качестве изолятора используются различные материалы.
- РК-75-4-13: 13-кодирует материал диэлектрика (полиэтилен-11, фторопласт-12, полистерол-13, полипропилен-14)
- Марка кабеля РК-75-4-13: РК-радиокабель (75-волны сопротивления 750 м 4- диаметр кабеля– внутриблочный, 13-диэлектрик, плетёнка обеспечивает экранизацию на 90%, экран выполняет роль второго проводника(после сигнального провода) который подключается к корпусу).

2.Кабель типа РД(витая пара).

Характеризуется:

- Состоит из двух и более пар гибких проводников, имеющих общую наружную изоляцию.
- Имеет волновое сопротивление $\rho=100\text{ Ом}$.
- Используется как кабель для передачи звуковой информации, с помощью УТП(И.Т.Р)- позволяет передавать видеосигналы даже на большие расстояния(специальное подключение кабелей,специальные разъёмы).
- Для передачи цифровой информации в компьютерных сетях,ВЧ-сигналах требуется специальное оборудование.
- Имеет недостатки: перегибы механические,некачественный обжим на разъёмах.
- Все кабели РК распаиваются на специальные разъёмы СР-50 (косички закладываются в прорезы ,сигнальный провод припаивается).

Жгутовой монтаж.

Это соединение в определённой последовательности отдельных узлов, деталей для получения приборов. Работа любой электрической схемы зависит от монтажа, вида крепления расположенных деталей. С помощью мягких проводников выполняется жгут монтаж, чтобы не рассыпались,занимали меньший объём.

Существует три вида электрического монтажа:

- 1.Навесной;
- 2.Жгутовой;
- 3.Печатный;

Жгуты делятся на две группы:

1)Внутриблочные - применяются для электрических соединений отдельных блоков,радиодеталей,контактов внутри блока, прибора. Отводы жгута маркируются и

разделяются,зачищаются и готовятся к пайке.

2)Межблочные - применяются для электрических соединений различных узлов, блоков питания в единую схему. Все провода подготавливаются,распаиваются на различные разъёмы,клеммы, контакты. Выпускаются готовыми. В зависимости от расположения узлов в корпусе, жгуты делятся на 2 группы: плоские и объёмные Жгуты снаружи могут быть защищены экранами или полихлорвиниловыми трубками. От механических повреждений их обматывают лентами (внутриблочные обматываются редко).

Все жгуты изготавливаются по шаблонам, шаблоны-по чертежам.

Все проводники маркируются,где указывается адрес, откуда и куда идёт,согласно таблице проводов.

Общепринятая маркировка проводов.

Название эл. цепи.	Основной цвет.	Резервный цвет.	Код цветовой.
Провода, находящиеся под положительном потенциалом	Красный	Розовый	К(1)
Провода под отрицательном потенциалом	Синий	Голубой	С(2)
Цепи питания с нулевым потенциалом	Чёрный	Фиолетовый	Ч(3)
Цепи питания с переменным током(цепи макала)	Жёлтый	Оранжевый	Ж(4)
Все остальные цепи	Белый	Серый	Б(5)

Кроме этого провода в жгутах маркируют с помощью ПВХ-трубочек,бирок, с указанием адреса провода. Различают цвета полосками, различными пластмассовыми бирками с номерами.Кроме адреса в таблице проводов указывают длину и сечение провода,его марку и др.

Найти и определить состояние провода,заменить его при необходимости,по таблице.

Сборку жгута на шаблоне начинают в определённой последовательности:

- 1.Укладывают все экранирован.
- 2.Самые короткие
- 3.Перемычки
- 4.Самые длинные
- 5.Провода большого сечения

В межблочных жгуты укладываются 1-2 резервных провода. Сначала делают временные вязки,после снятия с шаблона окончательные вязки. Вяжут нитками толстыми(льняные,капроновые),иногда тонкой леской,используются пластмассовые ремешки. Начало вязки и конец вязки заканчиваются бандажом (внутриблочныежгуты).Каждый отвод должен быть подвязан 1 или 2-мя петлями. Все изгибы делаются с радиусом более 2х диаметров жгута.Поворот должен быть

зафиксированным.

При вязки жгута не допускаются:

- 1)сплетения и перекрещивание проводов;
- 2)Скрещивание,спайка проводов.

Готовые жгуты проверяются («прозваниваются»).

«Вязка жгутов»:

- 1)Получив проводник, снять внешнюю изоляцию (длиной 40 мм).
- 2)Снять изоляцию и с 3 – х цветных проводников (длиной 5 мм от края).
- 3)Восстановить косичку и облудить с минимальным количеством припоя.

Магнитопроводы.

Это устройства электротехническое, которое создаёт магнитное поле нужной формы и интенсивности.

Причем, он должен быть замкнут, чтобы повысить магнитную связь между обмотками и уменьшить потери. Кроме магнитопровода, есть еще обмотка в трансформаторе.

Тр-магнитопровод с обмотками.

Тр-несколько (2 и более) обмоток, магнитопроводом.

Форма магнитопровода.

Чаще распространена «Ш»-образная. «П» и «Г» образные практически не применяются.

В последнее время металлические магнитопроводы вытесняются ферритными (сплав Fe и окиси нескольких 2-х валентных металлов), имеющими очень высокие магнитные свойства, обладают высокой электрической проводимостью и ρ , ему можно придать любую форму.

Трансформаторы.

Электромагнитные устройства, предназначенные для преобразования $\approx$ тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения, но одной частоты.

Трансформатор можно классифицировать:

1. силовые (анодные), ТА, обеспечивающие высокое анодное напряжение;
2. анодные-накальные, ТАН;
- Катодное напряжение.
3. п/п, ТПП, используется для питания п/п схем;
4. ТВЧ и ТНЧ;
5. ТВх и Твых. (выходные устройства с нагрузкой), служат для согласования (с отводами).
6. Спец. Тр4, для сварочных аппаратов, электрических печей.
7. Измерит Тр (очень точные коэффициент передачи);

Маркировка трансформаторов:

Данные:

Номинальная мощность P_n , Вт, кВт.

U_1 - напряжение сети, В.

Номин. ток I_n , обеспечиваю Тр без потерь, А.

Коэф. передачи (трансформации) $K_n = CO_1/CO_2$.

Есть 3 варианта для K_n :

1) $CO_2 > CO_1 \rightarrow U_2 > U_1 \rightarrow K_{\pi} < 1$ —повышающ.

2) $CO_2 < CO_1 \rightarrow U_2 < U_1 \rightarrow K_{\pi} > 1$ –понижающ.

$$3) CO_2 = CO_1 \rightarrow U_2 = U_1 \rightarrow K_{\pi} = 1 \text{ –разделительн.}$$

Под действием U_1 в первичной обмотке(CO_1) проявляется ток (I_1), который пронизывает

все витки и создаёт MDC_1 , которая вызывает появление в замкнутом магнитопроводе

переменного магнитного потока (Φ_1); который индуцирует появление в первичной

обмотке ЭДС₁.

Φ_2 вызывает появление ЭДС₂.

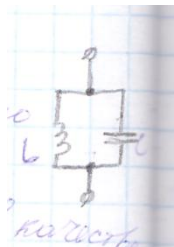
$\Phi_3 \rightarrow$ ЭДС₃ и т.д.

Самостоятельная работа №5.

Распайка перемычек.

1)Получив плату со штырями, нарисовать эскиз.

2)Показать эскиз,получить задание и оборудование (провода для перемычек).



3)Делать заготовки перемычек, учитывая что длина каждой будет на 1 см длиннее,чем расстояние между штырями,к которым будет припаяна эта перемычка (учесть длину косички на изготовление колечка,которое свободно сниматься и одеваться со штыря).

4)Заготовки зачистить от изоляции,облудить,сформировать колечки.

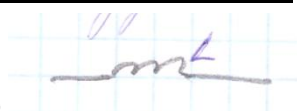
5)Контроль качества.

6)Уложить перемычки на плату и распаять, согласно эскизу с соблюдением всех требований к пайке монтажных проводов.

7)Сдать работу в чистом виде.

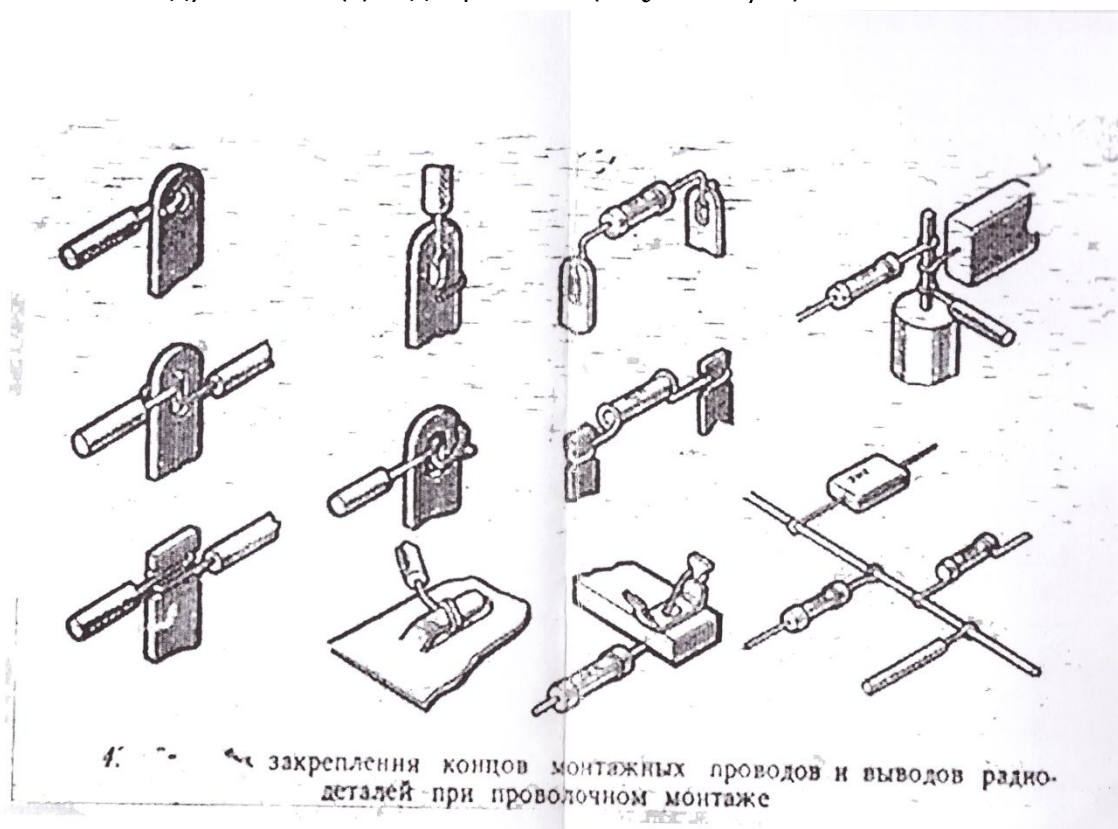
Технология монтажа элементов РЭА.

Катушки индуктивности.



Большое количество

Катушки (L) –составная часть любого колебательного контура, используется для индуктивных связей,в качестве дросселей(ВЧ-Др,НЧ-Др).Основным параметром является собственная индуктивность(L) и добротность ($Q.Q = \omega L/R$.)



Индуктивность характеризует величину запасённой энергии в магнитном поле, а Q – характеризует резонансные свойства контура.

Катушки индуктивности можно классифицировать:

- 1) по назначению (контурные, катушки связи, переменная индуктивность-вариометры).
- 2) по конструкции изготовления (с каркасом, без каркаса, катушки с сердечником или без и т.д.).
- 3) по рабочим диапазонам частот (длинноволновый, средневолновый, КВ, УКВ).
- 4) по технологии изготовления (однослойные, многослойные катушки на печатных платах, рядовые или с намоткой «универсал»).

Зависит индуктивность. Для печатных плат достаточно $L_{\text{п}} \approx 10$ мкГн, с рядовой намоткой $L_{\text{об.}} = 200$ мкГн, намотка «универсал» $L_y = 20$ мГн.

В катушках индуктивности иногда используются подстроечные сердечники (особенно в ВЧ). Подстроечные сердечники сгущают магнитные поля, уплотняют и повышают добротность контура.

Меняя положения, меняем Q , меняем частоту контура.

Понятнее:

«Пайка как конечный результат».

Должна обеспечивать: высокое качество, высокую надёжность, высокую прочность, хорошую электропроводность. Причём при пайке осуществляется неразъёмное соединение деталей или проводников при помощи припоя и флюса.

Пайки классифицируются:

По способу нагрева (эл. паяльником, УЗВ-паяльн. в специальных перчатках, токами ВЧ, с помощью горелок, в жидких и газообразных средах).

Достоинства электрической пайки:

Закключаются в том, что соединения деталей с помощью припоя обеспечивает диффузионную связь металлов этих деталей, но без нарушения геометрической формы и размеров (при этом возможен неоднократный демонтаж, замена, перестановка деталей и даже повторная пайка).

Пайка располагает широкими возможностями соединения металлизированных деталей (из керамики, стекла, графита, пластмассы).

Дефекты пайки: трещины в паяном шве из-за быстрого охлаждения, трещины из-за высокот° паяльника.

Появление коррозии паяного шва (если пользоваться агрессивными флюсами).

Требования ГОСТа к пайке как конечному результату:

- 1) Поверхность деталей подлежащих к пайке, необходимо облудить горячим способом (желательно тем припоем, что и при монтаже).
- 2) Пайка должна быть:
 - Скелетной (видно, как скреплены детали, основа).
 - Гладкой, ровной (прогрета, припой должен растекаться по месту пайки).
 - Без наплывов (паяльник в режиме недогрева, мало канифоля).
 - Без острых углов.
 - Без трещин (при резком охлаждении, резком передвижении).
- 3) Пайку радиоэлементов необходимо производить на расстоянии не менее 3 мм от корпуса с минимумом припоя.
- 4) При формовке выводов разрешается изгибать на расстоянии не менее 3 мм от корпуса.

- 5) Припой не должен растекаться за пределы пайки, затекать под изоляцию.
6) Длительность пайки выводов особенно п/п элементов не более 5 сек. (на счёт 1-2-3).

Технология выполнения качественной пайки:

- 1) подготовить детали, облудить их (во избежание «холодной пайки»);
- 3) нагретый паяльник прикладывается к месту спая и держится, пока не уравниются t° и припой не начнёт перетекать с жала;
- 4) место соединения деталей или проводников должно оставаться неподвижными до полного затвердевания припоя, иначе появятся трещины – это бракованная пайка.

Резисторы.

Это элементы, способные оказывать сопротивление току.

Величина номинал будет зависеть от материала.

Резисторы применяются для создания определенного режима питания (транзисторы, микросхемы, радиолампы) в качестве нагрузок, используется как делители напряжения.

Резисторы выпускаются с номиналом от 1 Ом до 10 Мом., от 0,125 Вт до сотен Вт.

1. Проволочные.

Резисторы, у которых основной (резистивный) элемент выполнен из проводников с большим ρ (намотан на изолятор в виде трубки из фосфора).

Находят большое применение, где требуется:

1. малый уровень собственного шума;
2. большую мощность рассеивания;
3. высокую стабильность номинала (резисторы выпуска с точностью $\pm 0,01\%$);
4. высокая точность номинала (4,99 Ом или 5,1 Ом, но не 50 м);

2. Непроволочные.

У которых основной элемент выполнен из тонких плёнок или объёмных композиций, смесей с большим ρ .

3. Металло-фольговые.

Специфические резисторы, у которых основной элемент в виде тонкого слоя фольги на печатной плате.

4. Тонкоплёночные.

У которых элемент в виде тонкого слоя (плёнки толщиной 10^{-9}) диэлектрика и металла. бывают:

- 7) композиционные;
- 8) металлооксидные;
- 9) металлизированные;
- 10) углеродистые

5. Толстоплёночные.

У которых основным элементом – из смеси графита или сажи и металла или окиси металла с наполнителем (толщина плёнок 10^{-3}).

Подразделяются на: лакоплёночные; керметные; на основе пластмассы; объёмные.

Делятся на: собственно-объёмные, основной элемент прессуется из смеси с большим ρ и связующие вещества; поверхностные, изготовленные путём нанесения на твердый диэлектрический слой углерода.

Можно классифицировать по классу точности:

- 1 кл. $= \pm 5\%$ (и)
- 2 кл. $= \pm 10\%$ (в)

3 кл.=±20%(с)

Маркируются буквой или цветной полоской.

В последнее время выпускают резисторы прецизионных(0,01%)и в миниатюрном исполнении.

Переменные резисторы(СП) делятся по виду шкалы:

- 1.Шкала линейная.
- 2.Шкала логарифмическая (сжатия).
- 3.Обратный логарифм.

ПП-переменный подстроечный.

Все резисторы делятся на 2 группы:

- 1)постоянные;
- 2)переменные (подстроечные);

Перемен.(СПУ СП ручка длинная,выводится на переднюю панель,они являются оперативной регулировкой.

ПП используется для установки нужного и точного режима работы схемы,ручки короткие.Регулируются при настройке,«законтривают» и не трогают,внутри приборов (точная подстройка частоты ,точного $U_{\text{вых.}}$).

При последовательном соединении общий номинал будет равен сумме номиналов.

Если резисторы одинаковые,половину любого,если разные-результат меньше меньшего.

Маркировка резисторов:

Можно прочесть на корпусе

- 1Номинал(электрическое сопротивление).
- 2.Номинальная мощность рассеивания P_n (при номинальной нагрузке).
- 3.Допустимая погрешность номинала.
- 4.Марка резистора.
- 5.Максимальное напряжение,которое приложено к выводам(обычно не указывается).
- 6.Дата изготовления.

МГП-марка

0,2W-0,5Вт

5, Мом

1%

3,93г.

Наиболее распространённые марки:

ВС-влагостойкая углеродистая сталь,лакированная(зелёный цвет,большие габариты).

МЛТ-металлизированные, лакированные, термостойкие (малогабаритный,красно-багровый цвет).

УЛИ-углеродист.,лакирован.,измерит.(высокая стабильность).

УЛМ-углеродист.,лакирован.,малогабаритный(зелёный цвет).

МОН-металлооксидные,опрессованные,низкоомные.

МУН-металлизир.,ультра ВЧ,низкая собственная L.

МГП(МЛП)-металлизированный, лакированный (герметиз),прецизионный (особо точный).Класс точности от ±0,01% до ±1%.

C5-5,C2-26-прецизионные(модифицирован.).

ПЭВ- проволочный, эмалированный, влагостойкий.

ПЭВР_x-с помощью хомутка.

ПЭВР-марка

$P_n = 100 \text{ Вт}$

51 Ом-номинал

$\pm 5\%$ -1 класс точности

02.78-дата выпуска.

При замене резистора обращают внимание на допустимую мощность в первую очередь.

КВМ-вакуумный, мегаомный.

68 МОм

$\pm 5\%$

04.83

Конденсаторы.

Системы из 2-х или более обкладок, разделённые диэлектриками и предназначен для накопления электрических зарядов.

Заряд зависит от площади пластин, от расстояния между ними и от вида диэлектрика.

Ёмкость конденсатора для $\approx$ тока представляет сопротивление, величина которого резко уменьшается с увеличением частоты тока (на низких f -сопротивлениях, на ВЧ-проводник).

Конденсатор не пропускает постоянного тока т.к. обкладки разделены диэлектриком. Но под действием переменного тока происходит перезарядка C (50 раз в сек.), по этому $\approx$ ток пропускается через конденсатор.

Конденсатор не рассеивает тепло при прохождении через него электрического тока (как резистор) т.к. сначала поглощает (заряжен), затем отдаёт энергию (разряжен).

В качестве диэлектрика используется воздух, слюда, керамика, оксидные плёнки в последние время (чем S больше и расстояние меньше, тем больше C конденсатора).

Параметры конденсаторов:

1. Величина заряда (ёмкость, номинал) - способность накапливать и удерживать электрический заряд под действием напряжения.

$$C = \frac{q}{U}$$

Номинал конденсатора обычно указывают на корпусе, который всегда отличается от фактической величины (допуск номинала существует) (на эл. литич. с допуск может быть $+50\%$; -20%).

2. Конденсатор считается реактивным элементом, обладает ёмкостным сопротивлением.

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{\omega C}$$

3. Конденсатор характеризуется рабочим напряжением, раньше указывали испытательное напряжение.

4. Постоянные конденсаторы характеризуются показателем ТКЕ (t° -ый коэффициент ёмкости). Зная ТКЕ определяем изменение C при изм. t° .

Показатель ТКЕ может быть как положительным так и отрицательным.

При положительном ТКЕ C увеличивается с увеличением t° , при отрицательном ТКЕ C уменьшается с увеличением t° .

Все конденсаторы делятся на 2 группы:

1) Постоянные

2) Переменные (подстроечные)

1) Постоянные - применяются для деления переменного и постоянного

составляющего, для сглаживания пульсирующего тока.

2)Переменные - применяются для образования плавной или точной настройки цепи на заданную частоту,для подстройки частоты в контуре.

Все конденсаторы делятся:

1)По конструкции(плоские,цилиндрические и т.д.)

2)По назначению(блокировочные,разделительные, фильтров и т.д).

$$1\text{Ф} = 10^{-6}\text{мкФ} = 10^{-9}\text{нФ} = 10^{-12}\text{пФ}$$

1Ф-ёмкость уединённого проводника в космосе,которая появляется при увеличении заряда на 1Кл,что приводит к увеличению потенциала на 1В.

Марки конденсаторов:

Называют по виду диэлектрика.

БМ-бумажный,малогабаритный.

БМТ-бумажный, термостойкий,1 или несколько секций из тонкой алюминиевой фольги, которая наносится на диэлектрическую бумагу(секции соединяются параллельно).

МБГ-металло-бумажный,герметичный(бумага конденсаторная).

МБМ-металло-бумажный,малогабаритный.

Слюдяные:

КСО-конденсатор слюдяной ,опрессованный.

КСГ-герметичный(большое $I_{\text{рабоч.}}$ и С).

СГМ-малогабаритный.

Керамические:

КД-конденсатор дисковый.

КТ-трубчатый.

КПК-переменный(подстроечный)(до 30-40пФ).

КПр-проходные(керамическая трубка,внутрипроводник).

Все конденсаторы маркируются буквенно-цифровым кодом.

К40-П-0,1мкФ $\pm$ 10%

К-конденсатор,40-код диэлектрика

Буквы:

П-постоянный ток.

И-импульс.

Ч- $\approx$ ток

У-универсальный.

40-бумага.

10,15-керамика(до 1600В высоковольтный).

24,32-слюда.

20-стекло.

21-кварц.

70-полистерол.

78-полипропилен.

50,52,53-электролит.

номинал конденсатора всегда указывается в пФ,если от 1 до 10000,если номинал от 10000пФ до 10000мкФ,указывается в мкФ.

При замене конденсатора обращают внимание на рабочее напряжение,далее, номинал.

К15-470пФ-30кВ Н70

К15-керамич, $I_p > 1600\text{В}$

83г.-дата выпуска.

K78-марка конденсатора

K78-2

$I_p=1000V$

$0,033\mu F \pm 5\%$

87г.12-дата выпуска.

Металло-бумажные металлизированный обладают свойством - самовосстанавливаться после эл. пробоя(т.к. бумага с напылением из металла),остальные- не восстанавливаются.

Электролитические конденсаторы.

Содержат 2 обкладки,в качестве диэлектрика используется тончайшая оксидная плёнка(1,5мкм),нанесённая на алюминиевую фольгу(150 мкм).

Алюминиевая фольга-роль положительного вывод(анода),а катод-электролит.

Поэтому электролитические- имеют большую удельную ёмкость(номинал до 4000мкФ).

Их можно разделить:

1)Полярные(работают в цепях постоянного тока).

2)Неполярные(работают в цепях постоянного и переменного токов).

Нарушение полярности приводит к пробоям.

По конструкции электролиты делятся:

1)Алюминиевые(сухие),обкладки алюминиевая фольга, диэлектрик -тонкая бумага, пропитанная электролитом.

2)Танталовые(жидкие),выполнены таблетками из п/п материала(анод),на таблетку наносят плёнку оксида тантала служит диэлектриком,жидкий электролит-катод.

3)Оксидно-полупроводниковые(твёрдые).

Тантал. табл.-анод,с плёнкой диэлектрика,электролит-п/п двуокись Mn,наносится на оксидную плёнку.

КЭ-2-(электролит,1 без гайки,2 с гайкой),сухие,огромные размеры,напряжение 300В-450В(до 40мкФ).

ЭГЦ-электролит герметизированный, цилиндрический (20-50мкФ).

ЭТО-электролит танталовый объёмно-пористый(300мкФ,большие номиналы).

ЭМ-алюминиевые трубки($d=6-7\text{мм.}$, $l=20\text{мм.}$).Большие номиналы(30мкФ)до 40-60В.

К50-(1÷26)-вид модификаций(мелкие параметры ,до 5000мкФ).

При замене электролита:

1)Выяснить,как давно работал этот электролит(сохраняет заряд).

2)Если работал недавно,необходимо разрядить(замкнуть + и -).

3)Не надо брать новый электролит с большим рабочим напряжением(лучше примерно такое же).Номинал не меньше чем был.

Всегда можно менять неполярные на полярные,но обратно замена невозможна.

К п/п приборам относятся фотоэл.приборы и п/п приборы комбинированные.

П/п приборы созданы в 1948 году в США,в 1949 году в СССР,к 1968 году было внедрено более 50000 тыс. п/п приборов.

1)п/п резисторы-приборы где эл. сопротивление зависит от приложенного напряжения,освещённости,механической деформации и других параметров.

Терморезисторы(термисторы),где с увеличением t° уменьшается электрическое сопротивление.

Фоторезисторы,где под действием светового потока резко уменьшается электрическое

сопротивление ФСА-14.

А4-сернисто-свинцовые сплавы.

ФСК-1÷4-сернисто-кадмиевые.

Технологическая карта.

Демонтаж печатных плат.

- 1)Получив плату,удалить все радиоэлементы проводники,лишний припой,освободить отверстия от припоя,соседние дорожки не трогать.
- 2)Ножки выпаянных радиоэлементов подвергнуть лужению.
- 3)Сдать работу в чистом виде.

Полупроводниковые диоды.

Диоды-п/п приборы с одним (р-п) переходом,где (р-п) переход-граничная зона кристалла с различными типами электронной проводимости.

а)Электронная проводимость «п»-переносчики зарядов электроны.

б)Типа «р»-переносчики зарядов дырки.

Часть п/п с проводимостью типа «п» является катодом,где «р»-анодом.

Главным свойством (р-п) перехода является его односторонняя проводимость.

Этим свойством широко пользуются (для выпрямления $\approx$ тока,детектирование ВЧ-сигналов).

Диод может находиться в 2-х устойчивых состояниях:

1)Открыт,когда у нему приложена $U_{пр}$.Сопротивление (р-п) перехода мало, но через него течёт $I_{пр}$.(ОАБ).

2)Закрыт,когда к нему приложено $U_{обр}$.Сопротивление (р-п) перехода велико,но через диод протекает ток $I_{обр}$.(ОС).

$U_{пр}$ -напряжение,которое приложено положительным потенциалом к аноду ,отрицательным к катода.

$U_{обр}$ -на анод-отрицательный потенциал,на катод-положительный потенциал.

Все диоды можно разделить по виду кристаллов:

1)Ge(Г или 1).

2)Si(К или 2).

3)Соед. Ga(А или 3).

4)Соед. In(И или 4).

Все диоды можно классифицировать по функциональным назначениям:

1)Силовые.

Д101÷Д199-малой мощности.

Д201÷Д299-средней мощности.

Д301÷Д399-большой мощности.

Д401÷Д499-универсальные.

Маркируются буквой Д,значком и цифрами.

Применяется для преобразования переменного напряжения в постоянном(выпрямление).Универсальны характерны большим $U_{обр}$ (до 600В), выпрямлением $I_{пр}$ до 10А.

2)Импульсные.

Д501÷Д599

КД по другому ГОСТу(205,524).

Характерны различные временен.восстановления (переключения , $10^{-8} \div 10^{-10}$ с).

Назначение-чётко фиксировать полярность импульса.Очень широко используется переключение (ключевых элементов).

$U_{пр.} \approx$ до 150В,выпрямленный ток $\approx$ 0,5А.

Очень большое время срабатывания.

3)Параметрические(варикапы).

Используется для умножения или деления частоты, усиления,генерации,сигналов.

Характерны своим (р-п) переходом, которое имеет свойства менять свою ёмкость под действием приложенного напряжения.

Малогабаритный,электронный конденсатор.

Маркируются КВ-(102÷115)

Д310-Ge диод в металло – стеклянном корпусе.

При $U_{обр.} \approx$ 4В, $C_{пер.}$ от 18 до 50пФ.

Любой диод может работать как параметрический,но с малым эффектом.

4)Туннельные.

Отличают от других тем,что кристалл сильно легирован,насыщен специальными примесями,которые вплавляют или выращивают в кристалле.

При малых значениях $U_{обр.}$ (десятые доли вольта) $I_{обр.}$ резко нарастает.

5)Диодные сборки.

Собираются до десятков диодов для выполнения различных функций.

Характерны $U_{обр.}$ (до 600В) и большим током выпрямления(от 1 до 5А).

6)Высоковольтные столбы(выпрямительные).

Д1001÷Д1100

Si-вые диоды,залиты мастикой.

Применяется для переменного тока высокого напряжения.

$U_{обр.} = 2кВ \div 10кВ$, $I_{выпр.} = 300 \div 500mA$.

7)Стабилитроны.

П/п приборы,работа основана на электронном пробое (р-п) перехода, предназначен для стабилизации напряжения.

Д801÷Д900

В настоящее время в пластмассовых корпусах,раньше в металлических.

КС(182,198).

Приложив $U_{обр.}$,появляется слабый $I_{обр.}$ (ОС).

При дальнейшем увеличении $U_{обр.}$, $I_{обр.}$ возрастает достаточно резко(диод входит в режим насыщения(см),далее $I_{обр. max}$ и происходит эл. пробой(т).Если дальше увеличится $U_{обр.}$,наступит тепловой пробой(п),точка плавления.

Если сделать управляемый по всей поверхности (р-п),выделяемая мощность ограничивается,диод не погибает,наступает режим стабилизации.

Все диоды характеризуются наппеж. стабилизации.

Д808÷814($U_{ст.} = 7 \div 14В$).

Д815÷817 ($U_{ст.} = 15 \div 100В$).

КС182,196(8,2В,9,6В).

КС908 ($U_{ст.} = 160 \div 190В$).

При замене стабилитрона обращают внимание на напряжение стабилизации.Замена Ge-вых стабилитронов на Si-вые допускается,обратное невозможно.

Стабилитроны делятся:

1)Общего назначения.

Используется в стабилизаторах,ограничителях постоянного тока.

2)Прецизионные.Термокомпенсируемые.

В качестве источников эталон. напряжения(опорного).В схемах,где необходима высокая точность стабилизации напряжения.

КС482(от 8 до 36В)

КС.510

Из ВАХ диодов видно,что Ge-вые по сравнению с Si-выми,обладают меньшим падением напряжения при прямом включение,а также при $U_{обр.}$ выдерживают Ge-600÷800В,ySi-1500÷2000В.

Таким образом, $I_{обр.}$ у Ge-вых на порядок меньше,чем у Si-вых при одинаковой мощности диодов.

Монтаж печатной платы.

1)Подготовить печатную плату к монтажу.

2)Контроль качества.

3)Получить новые радиоэлементы и формовать выводы,чтобы их расположить.

Формовка элементов согласно ГОСТу.

4)Согласно ГОСТу,выводы должны выступать не более 1 мм.

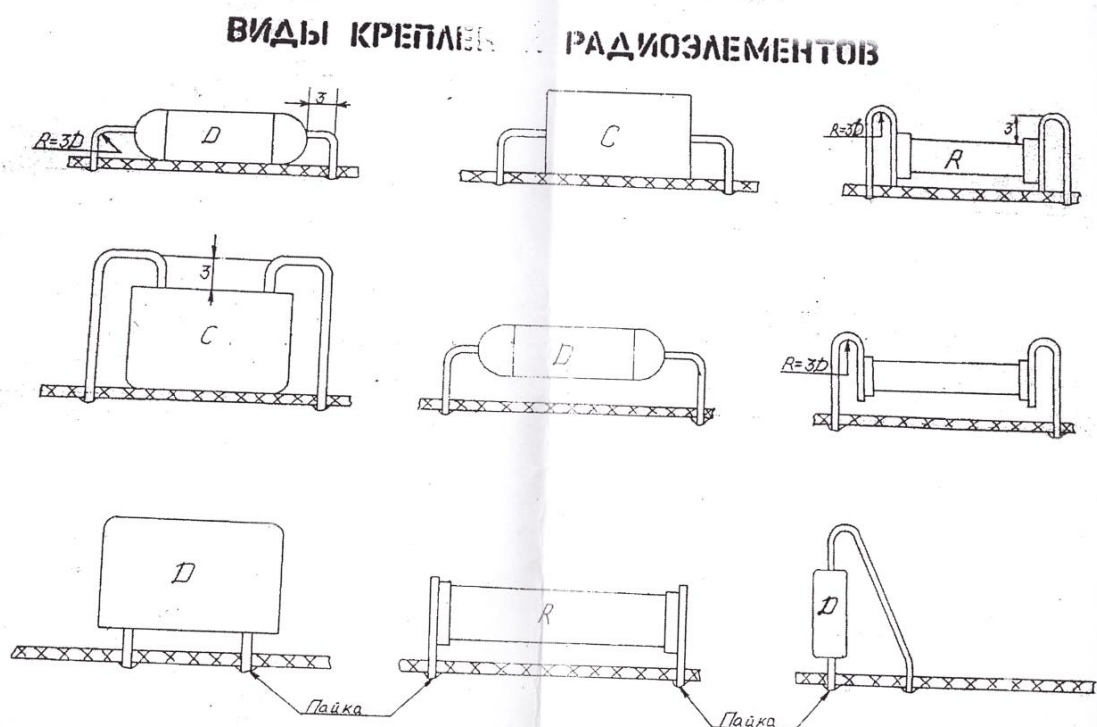
5)Все элементы устанавливаются на плату взаимно перпендикулярно и номиналами кверху.

6)Элементы могут лежать на плате, если односторонняя,если 2-хсторонняя-приподнять.

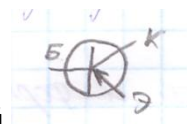
7)Показать,как произведена набивка платы.

8)Пайка выводов радиоэлементов.

9)Контроль качества.



Транзисторы



П/п приборы с 2-мя (р-п) переходами 2 диода с общей базой.

Предназначается для усиления преобразования электрических сигналов 3 способа включения.

Можно разделить по материалу кристалла:

1.Ge(Г или 1)(ГТ285)

2.Si(К или 2)(КТ315Г)

Можно разделить по виду проводимости:

Делятся на 2 группы:

1)Полевые.

2)Биполярные.

1.Полевой транзистор-п/п приборы в которых используются п/п материалы с различными типами эл. проводимости.

2.Биполярные транзисторы-п/п приборы с двумя (р-п) переходами.

Для усиления или преобразования,переключение сигналов.

Биполярные транзисторы бывают как общего назначения,так и специального,которые применяются в схемах с автоматической регулировкой усиления(АРУ),для работ в мкА-от усиления тока.

Существуют транзисторысоставные,где несколько(2) транзисторов работают ,как

1.Отличаются большим коэффициентом усиления передачи по току.

Применяются в стабилизаторе напряжения.

КТ712,КТ972.

Можно классифицировать по мощности:

Мощность рассеяния на катоде:

1)Маломощные,до 0,3Вт(ГТ124).

101÷199-НЧ

201÷299-СЧ

301÷399-ВЧ

2)Средней мощности,до 3Вт(П-217).

401÷499-НЧ

501÷599-СЧ

601÷699-ВЧ

3)Большой мощности,больше 3Вт(КТ8149) до 70Вт.

701÷799-НЧ

801÷899-СЧ

901÷999-ВЧ

Делятся по рабочей частоте:

1)НЧ, $F_p < 3\text{МГц}$.

2)СЧ, $F_p < 30\text{МГц}$.

3)ВЧ, $F_p < 300\text{МГц}$.

4)СВЧ, $F_p > 300\text{МГц}$.

Существует 9 частотных диапазонов(ОНЧ,НЧ,СЧ,ВЧ,УВЧ,СВЧ,КВЧ,ГВЧ).

1947 год-усилительная цепь.

1951 год-построили 1-ый транзистор.

1954 год-1-ые транзисторные приёмники.

В настоящее время совершенствование транзисторов продолжается.

1)Существуют малошумящие(МП26-КТ130).

2)Высоковольтные(оконечные каскады строчн.-развёрток).КТ872.

3)Для усиления НЧ-сигналов.КТ9115.

4)Для видеоусилителей(ТВЧ).КТ8138,КТ940.

5)Миниатюрного исполнения(для поверхностного печатного монтажа,микросхем гибридных).КТ3130.

Требование ГОСТа к транзисторам:

1.Все транзисторы крепятся только за корпус.

2.Изгиб и пайку мягких выводов разрешается делать на расстоянии не менее 3 мм от корпуса.

3.Изгиб жёстких выводов запрещён.

4.Время пайки не более 5 сек.припоя min.

Маркировка транзисторов.

На корпус наносят марку,номер серии,буква,тип разрабатывается, дата изготовления.

При замене транзистора необходимо помнить что:

1)Новый транзистор должен быть той же проводимости.

2)Из той же функциональной группы.

Для маломощных(МП-104,ГТ124) можно менять Ge-вые на Si-вые(КТ315,КТ361).

Для транзисторов с большой мощности надо учитывать равенство параметров нового и старого.При замене старых серий на новые необходимо менять режим работы транзистора.

КТ863А.

ГТ313Б(4 вывода).

КТ846В(2 вывода,3-шт-корпус).

3.Печатный монтаж.

Работа схемы зависит от монтажа.

Это исключительно плоскостное расположение печатных проводников и радиоэлементов на плате.

Печатная плата-диэлектрик фольгированный с нанесённой на поверхность плоскими (печатными)проводниками и контактными площадками, которыми крепятся выводы.

Печатная плата может быть односторонней, двусторонней,многослойной.

В настоящее время плотность печатного монтажа(10÷15) соединенного на 1 см².

Применение фольгированный диэлектрик с улучшенными характеристиками позволяет уменьшить зазоры между проводниками до 0,25мм.

Установка радиоэлементов на плате и крепления выводов ведётся только путём пропускания выводов в отверстие контактных площадок(до $S_{пл.}=0,3\text{мм}^2$).

Пайка может вестись вручную,если массовое производство автоматизировано (способ «стоячая волна»).

При пайке допускается высота выступающих радиоэлементов не более 1мм.,выводы не подгибаются.

Монтаж печатной платы проводится по сборочному чертежу, монтажной схеме или

установленному образцу.

Монтаж и конструкция должны обеспечивать свободный доступ ко всем элементам схемы для проверки или замены, поэтому крепятся номиналом кверху и взаимноперпендикулярно.

Печатный монтаж не должен обеспечивать нормальную работу в самых различных условиях(вибрация, перепады t° и влажности и т.д.).

Элементы на длинных выводах никогда не крепятся.

Порядок изготовления печатных плат.

1)Выбирают диэлектрики нужного размера, которые металлизуют с 1 или 2-х сторон. В качестве диэлектрика используется текстолит или стеклопластик.

2)На этот диэлектрик перенести рисунок монтажной схемы(составленной по принципиальной схеме). Наклеивается бумага, наклеивается диэлектрик, вычерчиваются все радиоэлементы, все проводники, соединяющие эти элементы, все контактные площадки(токоведущие участки платы для соединения). Переносится на фольгу, диэлектрик.

3)Все проводники покрывают лаком или краской, причем ширина покрытия может зависеть от силы тока, чтобы сохранить проводники.

4)Плату промывают, иногда снимают покрытие.

5)В центры контактных площадок просверливают(0,8-1мм).

Если плата двусторонняя, то отверстие металлизуют, соединяют обе поверхности.

Проводники вычерчиваются, чтобы нигде не пересекались.

При массовом производстве рисунок наносят следующим образом:

1)Фотографический, копир. проводники и площадки с негатива фотопленки на фольгу диэлектрика рисунок засвечивают и проявляют как фотографию.

2)Электрохимический, рисунок наносят посредством гальванической металлизации. На эти участки наращивают медный столб в электролитической ванне (до 50мкм).

3)Химический, метод травления фольги в хлорном железе.

Достоинство печатного монтажа:

1)Уменьшение монтажных работ.

2)Уменьшение размеров плат.

3)Уменьшение количества ошибок.

4)Уменьшается трудоёмкость монтажа.

5)Увеличивается производительность труда.

6)Увеличивается надёжность печатного монтажа.

7)Создаются условия для механизации и автоматизации техпроцесса.

Тиристоры.

п/п приборы с 3-мя (р-п) переходами, 4 слоя с различной эл. проводимостью.

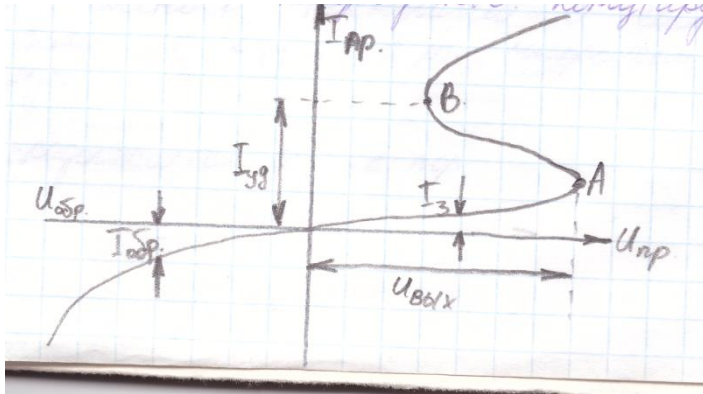
Тиристор-мощный управляемый п/п прибор, основное отличие его – возможность получения регулировки напряжения. Обладают большим коэффициентом усиления(>1000).

Используется в качестве переключения устройств в импульсных режимах с токами, значительно превышающий токи в открытом состоянии, в схемах преобраз., усилителях, инверторах).

Если вывод управления электрода сделан от катода, то тиристор управляется по катоду, если от аноду – управление по аноду.

1. Динистор имеет 2 жёстких выводов и переходит в открытое состояние, когда к нему прилож. $U_{пр.}$ (Д238, Д295, КУ208).

Применяется в качестве быстродействующих коммутирующих устройств



2. Триодные имеют 3 вывода анод, катод и У.Э.

Могут находиться в 2-х устойчивых состояниях (как диоды): открыт, закрыт.

КУ201, 202, 215 (A=P).

Характерны $U_{обр.}$ (до 500В), в открытом десятки А, закрытом - мА. Характерен, когда его включают и убрав потенциал он будет оставаться в открытом состоянии.

Интегральные микросхемы.

Миниатюрные п/п приборы с очень высокой плотностью радиоэлементов и их соединение в кристалле п/п, где содержатся сотни, тысячи радиоэлементов.

Аналоговые микросхемы более 10 тыс., цифровые - более 100 тыс. элементов. На 1 мм^2 - 50 шт. в 1966 г., в 1973 г. - более 5 тыс., в 1980 г. - более 100 тыс.

Микросхемы предназначаются для преобразования эл. сигнала усложнение РЭА привело к резкому увеличению эл. радиоэлементов необходимость миниатюризировать радио эл.

Разработка радиоэлементов в миниатюрном исполнении привела к модулям; навесной заменяют печатным монтажом.

Макромодуль - узел РЭА, собранный из микрорадиоэлементов, объединённых в общий корпус (конструкцию).

Этажерочный тип, где радиоэлементы соединяются с помощью пайки.

Процесс микроминиатюризации привело к появлению микросхем на основе плёночных технологий.

Совершенствование плёночных технологий и самих микросхем привело к созданию п/п микросхем в одном кристалле (твёрдые).

Этот процесс продолжается до сих пор.

1. Элементы образованы из плёнок различных материалов нанесённых на общее основание (подложка). В качестве подложки используется специальное стекло или специальные сорта керамики.

Плёночные технология, все элементы получаются путём последующего нанесённого на подложку токопроводящих плёнок из различных материалов (от единиц до десятков мкм).

2. П/п м/сх., все элементы выполнены на поверхности кристалла или в объёме (Si, Ge, сапфир).

Si получают в виде монокристаллов с дырочной или электронной проводимостью, на кристалл выращивается множество однотипных микросхем, пластину режут на

отдельные кристаллы.

Двухкаскадные усилители НЧ, состоящие из 2-х транзисторов и 6 пассивных элементов на кристалле с $S=(0,12 \times 0,06) \text{мм}^2$.

3. Гибридные микро схемы, где на подложку наносят методом плёночной технологии все пассивные элементы и проводники, соединяющие их; активные подключения к микро схеме в готовом виде (называется навесными, снаружи подложки). Выводы планарные и выпущенные на одну сторону.

Резисторы п/п м/сх получается за счёт объёмного сопротивлением отдельных участков кристаллизации, изолированных участков кристаллов, с вводом дополнительных примесей (до 40 кОм).

Конденсаторы п/п микро схем получается путём использования ёмкостных свойств (p-n) переходов, где С составляет 500÷800 пФ.

Многослойный конденсатор получается методом тонкоплёночной технологии (до 1 мкФ); а конденсатор МОП-структур (слой окислов Si) (до 20000 пФ) с высоким $U_{\text{рабоч.}}$.

Диоды и транзисторы-методом равномерного распределения примесей в кристаллах п/п-ка.

Все микро схемы делятся на 2 группы:

1) Аналоговые, для работы в схемах усиления, генерации, преобразование различных частот.

2) Логические (цифровые), для работы в схемах автоматики; приборах с цифровым отсчётом, для передачи звука.

Внешне микро схемы выпускаются в виде похожих серий, хотя их функции различны.

Маркировка микросхем.

Ведётся буквенно-кодовым обозначением К155ЛА3, КР118УМ1А.

1	2	3	4	5	6
К (м/сх)	- (указывает тип корпуса)	1 (от 1 до 8 указывают конструкцию)	55 (2 цифры, 3 значение определяют порядок № серии)	ЛА (2 буквы, указывают на функционально е значение)	ЗА (номер модифика ции разработк и
К	Р (пластмассов ые выводы на 1 сторону)	1	18	УН	1А
К	Р (если Е-мет.- пластмасс на 2 стороны)	1	42	ЕН	5 А- Б- В- Г-

3 шт. элемент:

1, 2, 3, 4, 5-п/п-вая

2, 4, 8-гибридная

3-плёночная

5-ый элемент:

ЛА-(И-НЕ)

УН-усилит НЧ

ЕН-стабилизатор

ЛЕ-(ИЛИ-НЕ)

ЛР-(И-ИЛИ-НЕ)

ЛИ-(И)

УД-усилитель операционный.

УС-усилитель синусоидальный

ПС-преобразователь F

МА-модулятор амплитудный

6-ой элемент:

A=4,9÷5В

Б=5,9÷6,12В

В=4,8÷5,2В

Г=5,8÷6,2В

В цифровой технике существуют сигналы 2-х логических уровней.

1)Логич. «1»(более положительный уровень)2,5÷3,5В.

2)Логич. «0»(менее положительный уровень)0,3÷0,4В.

К174УН3А

микросхема,п/п типа,74-ая серия,УН-усил.НЧ,3А-разработка.

Содержит стабилизатор напряжения ,4 усилителя, ограничитель,детектор(15 транзисторов,17 диодов,23 резистора,1 управляющий резистор).

Документация монтажной практики.

При изготовлении,проектирование и испытании.

Делятся на 2 группы:

1)Проектная(при изготовлении).

2)Рабочая(на производстве).

В рабочую документацию входит.

1)Сборочный чертёж.

2)Набор схем:

а)Структурная схема.

б)Функциональная схема.

в)Электрическая принципиальная.

г)Монтажная

д)Схема электрических соединений(таблица проводов).

3)Ведомость спецификаций(ВС).

4)Технические условия(ТУ).

5)Техническое описание(ТО).

6)Инструкция по эксплуатации(ИЭ).

1.Сборочный чертёж(СБ) содержит полное изображение и все необходимы данные для его изготовления,для эл. монтажа.

Все детали вычёркиваются на СБ и располагаются в тех местах,где они расположены в

приборе.

2.Схемы:

а)На ней показаны основные функциональные части, определено их назначение

б)Занимает промежуточное положение между принципиальной и структурной,совмещает характерные особенности этих схем.

Функциональная схема предназначена разъяснить отдельные процессы,протекающие в отдельных узлах и приборе в целом.

Применяется при производстве и эксплуатации.

в)Определяет полный состав радиоэлементов и связи между этими элементами,даёт детальное представление о принципе работы прибора.

Все радиоэлементы изображаются условными символами,выводы соединений с помощью линий определённым образом.

Электрические соединения показаны точками в местах пересечения проводников.

По ней можно узнать о типах и марках применяемых радиоэлектронных деталей.

Используется при изготовлении прибора,наладке и эксплуатации,и даже при ремонте.

На основе эл.-принцип схемы вычерчивают монтажную схему,по которой ведётся монтаж.

г)Монтажная схема.

Изображены все детали,устройства(вход и выход),а также все соединения между ними.

Проводники не пересекаются. Вычерчены с учётом тока,проходящего через них указаны центры. Используется для электромонтажа,чтобы быстро отрегулировать это узел,прибор,быстро найти и заменить сгоревший радиоэлемент,найти любой проводник(при ремонте).

д)Схемы электрических соединений.

Показывает,как соединение между собой все радиоэлементы с помощью кабелей, жгутов,проводников.

Все проводники пронумерованы и сведены в таблице проводов,где указывается какой марки провод,какой длины,какого сечения и цвета,адрес,откуда и куда идёт провод.

3.Спецификация- документ,определяет полный состав любого узла,платы,кабеля(марка,как крепится,бирки,контакты,шайбы,винты и т.д.) ведомость.

ВС-перечень всех спецификаций прибора.

4.Технические условия(ТУ)- документ,содержит все требования к данному прибору и методы контроля.

5.Техническое описание(ТО)-документ,предназначенный для изучения данного прибора(полный состав всех элементов,узлов,назначение,подробное описание).

6.Инструкция по эксплуатации(ИЭ)-содержит все необходимые рекомендации для правильной и безопасной эксплуатации прибора,показан порядок установки и включение прибора,методика работы с прибором,перечень всех технических параметров,методика получения этих параметров,перечень приборов,правила техники безопасности и др.

Иногда работают по образцу(эталон).

В настоящее время все документы заложены в компьютер.

