

Конструкторско-технологическая документация в РЭС

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*к выполнению лабораторной работы № 2
для студентов специальности 11.05.01
«Радиоэлектронные системы и комплексы»
очной формы обучения*

Воронеж 2022

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра радиоэлектронных устройств и систем

Конструкторско-технологическая документация в РЭС

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*к выполнению лабораторной работы № 2
для студентов специальности 11.05.01
«Радиоэлектронные системы и комплексы»
очной формы обучения*

Воронеж 2022

УДК 721:53(073)
ББК 38.113я7-5

Составитель Ю. В. Худяков

Конструкторско-технологическая документация в РЭС:
методические указания к выполнению лабораторной работы № 2 для студентов специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» очной формы обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: Ю. В. Худяков. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2022.– 33 с.

В методических указаниях рассматриваются основные требования к перечням элементов к схеме электрической принципиальной. Тематика лабораторной работы соответствует рабочей программе дисциплины «Конструкторско-технологическая документация в РЭС».

Предназначены для студентов 5 курса специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» очной формы обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле КТД_УМД_ЛР2.pdf.

Ил. 20. Табл. 5. Библиогр.: 9 назв.

УДК 721:53(073)
ББК 38.113я7-5

Рецензент – А. В. Останков, д-р техн. наук, профессор
кафедры радиотехники ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические указания к выполнению лабораторных работ составлены в соответствии с программой курса «Устройства функциональной электроники в радиоэлектронных системах и комплексах» для специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы».

В указаниях рассматриваются основные ГОСТы, определяющие требования к перечням элементов к схеме электрической принципиальной.

1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПЕРЕЧНЯ ЭЛЕМЕНТОВ К СХЕМЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ПО ЕСКД

1.1. ЦЕЛЬ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Получение практических навыков по оформлению перечня элементов к чертежу схемы электрической принципиальной по ЕСКД.

Подготовка к выполнению выпускной квалификационной работы.

1.2. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Содержанием практической части работы является представление полных условных обозначений компонентов, входящих в чертеж схемы электрической принципиальной и заполнение таблицы перечня элементов по ЕСКД.

Выполнение лабораторной работы проводится на ПЭВМ с использованием прикладной программы «SPlan»

Правила безопасности при выполнении лабораторной работы являются типовыми.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Перечень элементов – это таблица, в которой представлены все радиокомпоненты, входящие в состав чертежа схемы электрической принципиальной. Для этих компонентов указаны позиционные обозначения, с помощью которых их можно найти на схеме, полное условное обозначение ПУО, на основании которого их можно изготовить, заказать или купить, количество этих элементов, а также, при необходимости, их особенности. В ПУО компонентов указываются все их электрические и конструктивные параметры. Так как параметров очень много, то эта запись достаточно длинная. Если эти записи помещать на поле чертежа схемы, то они будут мешать прочтению схемы. Поэтому на поле чертежа схемы от каждого элемента делегируется только короткий код состоящий из одной-двух букв и до трех цифр, называемый позиционным обозначением компонента. Чтобы как-то отделить позиционное обозначение от ПУО их представляют в таблице в разных столбцах.

На первых стадиях проектирования электрических схем до окончательной разработки конструкции изделия перечень элементов может отсутствовать. При этом около элементов или на самом УГО элемента указывается один-два параметра, которые наиболее важны для нормальной работы схемы как, например, мощность рассеивания резисторов в виде кода. Типичными представителями таких схем являются наши исходные схемы. Тогда теряется основной принцип промышленного производства – повторяемость изделий. Перечень элементов является отправной точкой для создания спецификаций и других документов, на базе которых строится вся организация промышленного производства.

Перечень элементов помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа. Перечень элементов оформляют в виде таблицы (рисунок 1), заполняемой сверху вниз.

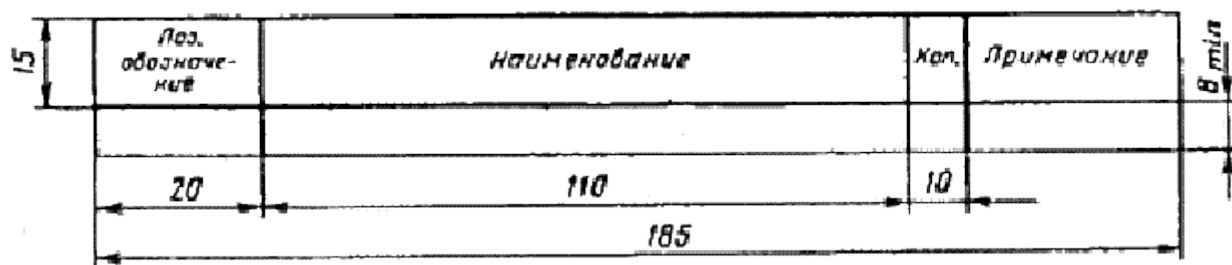


Рис. 1. Схема внешнего вида перечня

В графах таблицы указывают следующие данные:

- в графе "Поз. обозначение" - позиционные обозначения элементов, устройств и функциональных групп;
- в графе "Наименование" - для элемента (устройства) - наименование в соответствии с документом, на основании которого этот элемент (устройство) применен, и обозначение этого документа (основной конструкторский документ, государственный стандарт, отраслевой стандарт, технические условия);
- в графе "Примечание" - рекомендуется указывать технические данные элемента (устройства), не содержащиеся в его наименовании.

При выполнении перечня элементов на первом листе схемы его располагают, как правило, над основной надписью. Расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть не менее 12 мм. Продолжение перечня элементов помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы.

При выпуске перечня элементов в виде самостоятельного документа его код должен состоять из буквы "П" и кода схемы, к которой выпускают перечень, например, код перечня элементов к электрической принципиальной схеме - ПЭЗ. При этом в основной надписи (графа 1) указывают наименование изделия, а также наименование документа "Перечень элементов". Перечень

элементов записывают в спецификацию после схемы, к которой он выпущен. Перечень элементов в виде самостоятельного документа выполняют на формате А4. Основную надпись и дополнительные графы к ней выполняют по ГОСТ 2.104-68 (форма 2 и 2а).

При разбивке поля схемы на зоны перечень элементов дополняют графой "Зона" (рисунок 2), указывая в ней обозначение зоны, в которой расположен данный элемент (устройство).

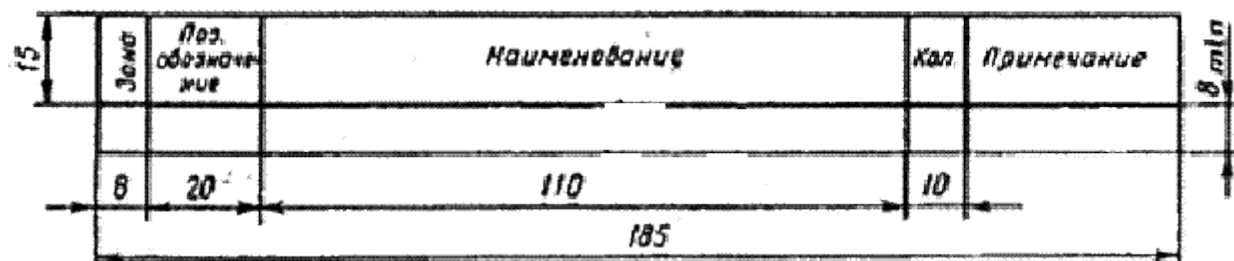


Рис. 2. Схема внешнего вида перечня в случае разбивки схемы на зоны

В отдельных случаях сведения об элементах, помещаемые на схеме, могут быть неполными, если их объем установлен в государственных или отраслевых стандартах.

На этапах технического предложения, эскизного и технического проектирования сведения об элементах, помещаемые на схеме, могут быть неполными. Например, могут отсутствовать конструктивные параметры, а присутствовать только электрические, то есть вида элемента отсутствует.

При необходимости допускается вводить в перечень элементов дополнительные графы, если они не нарушают запись и не дублируют сведений в основных графах.

Элементы в перечень записывают группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений.

В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров.

Для облегчения внесения изменений допускается оставлять несколько незаполненных строк между отдельными группами элементов, а при большом количестве элементов внутри групп и между элементами.

Элементы одного типа с одинаковыми параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, допускается записывать в перечень в одну строку. В этом случае в графу "Поз. обозначение" вписывают только позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например: R3, R4, C8 - C12, а в графу "Кол." - общее количество таких элементов.

При записи элементов одинакового наименования, отличающихся техническими характеристиками и другими данными и имеющих одинаковое

буквенное позиционное обозначение, допускается в графе "Наименование" записывать:

- наименование этих элементов в виде общего наименования;
- в общем наименовании:
- наименование,
- тип и обозначение документа (государственный стандарт, технические условия или основной конструкторский документ), на основании которого эти элементы применены (приложение 1).

При присвоении позиционных обозначений элементам в пределах групп устройств или при вхождении в изделие одинаковых функциональных групп в перечень элементов, элементы, относящиеся к устройствам и функциональным группам, записывают отдельно. Запись элементов, входящих в каждое устройство (функциональную группу), начинают с наименования устройства или функциональной группы, которое записывают в графе "Наименование" и подчеркивают. При автоматизированном проектировании наименование устройства (функциональной группы) допускается не подчеркивать.

Ниже наименования устройства (функциональной группы) должна быть оставлена одна свободная строка, выше - не менее одной свободной строки.

Если в состав изделия входят неодинаковые функциональные группы, то этот способ записи является допустимым.

Если на схеме изделия имеются элементы, не входящие в устройства (функциональные группы), то при заполнении перечня элементов вначале записывают эти элементы без заголовка, а затем устройства, не имеющие самостоятельных принципиальных схем, и функциональные группы с элементами, входящими в них.

Если в изделии имеется несколько одинаковых устройств или функциональных групп, то в перечне указывают количество элементов, входящих в одно устройство (функциональную группу).

Общее количество одинаковых устройств (функциональных групп) указывают в графе "Кол." на одной строке с заголовком.

Если в изделии имеются элементы, не являющиеся самостоятельными конструкциями, то при записи их в перечень графу "Наименование" не заполняют, а в графе "Примечание" помещают поясняющую надпись или ссылку на поясняющую надпись на поле схемы (рисунок 3).

<i>Поз.обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примечание</i>
<i>С5</i>		<i>1</i>	<i>Емкость</i>
			<i>монтажа</i>
<i>ДР1</i>		<i>1</i>	<i>См. л. 5</i>

Рис. 3. Пример использования графы "Примечание"

3. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В приложении 2 представлен чертеж схемы электрической принципиальной, который был разработан в 1-ой лабораторной работе. В этой же лабораторной работе приведено краткое описание работы электрической схемы.

В современных электронных устройствах различного назначения в основном используются компоненты, предназначенные для поверхностного монтажа (SMD). Причем не только в малогабаритных изделиях, где их применение диктуется суровой необходимостью, но и в таких устройствах, где место экономить не требуется.

Конечно, применить в изделии только SMD элементы невозможно исходя из особенностей работы некоторых из них – резисторы большой мощности, конденсаторы большой емкости, индуктивности на большие токи и номинальные значения, трансформаторы и силовые транзисторы используются в НМД исполнении (для установки в отверстия), но доля крупногабаритных деталей в современных устройствах невелика. Кроме этого необходимо учитывать, что компоненты схемы, установленные на других несущих конструкциях изделия, в частности, на передней панели корпусе имеют как правило выводы, адаптированные для пайки к ним проводов. Другие концы проводов как правило паяются к печатной плате через отверстия.

В предложенных студентам электрических схемах используется следующая элементная база:

- резисторы постоянные;
- резисторы переменные;
- резисторы подстроечные;
- конденсаторы постоянные;
- конденсаторы переменные;
- конденсаторы подстроечные;
- катушки индуктивности ВЧ;
- диоды;
- транзисторы;
- микросхемы;
- коммутационные устройства;
- электрические соединители;
- устройства индикации и сигнализации.

Каждый из этих элементов имеет свои электрические, конструктивные и экономические параметры. Многие из электрических и конструктивных параметров представлены в их полном условном обозначении (ПУО).

ПУО представляет собой текстовую запись, состоящую из последовательности кодов различных параметров. Согласно российским стандартам коды разных параметров отделяются друг от друга дефисами. В

большинстве зарубежной элементной базы дефисное разделение отсутствует. ПУО часто называют «запись при заказе».

3.1. ВЫБОР ПОСТОЯННЫХ РЕЗИСТОРОВ И ИХ ПУО

Полного условное обозначение отечественного постоянного непроволочного резистора имеет вид (рисунок 4):

Резистор P1-4-05-10 кОм ± 1%-А-Б-В ОЖ0.467.157 ТУ
1 2 3 4 5 6 7 8 9

Рис. 4. Пример условного обозначения

- 1 – наименование изделия;
- 2 – неполное условное обозначение;
- 3 – номинальная мощность рассеивания, Вт;
- 4 – номинальное сопротивление и буквенное обозначение единицы измерения (Ом, кОм, МОм, ГОм, ТОм) ;
- 5 – допускаемое отклонение сопротивления в %;
- 6 – группа по уровню токовых шумов;
- 7 – группа по температурному коэффициенту сопротивления;
- 8 – климатическое исполнение (В – всеклиматическое);
- 9 – номер ТУ, на основании которого применен резистор.

Если группа исполнения отличается от всеклиматической или тропической, то в полном условном обозначении она не указывается. Могут не указываться также группа по уровню токовых шумов и группа по температурному коэффициенту сопротивления, если по этим параметрам резистор не нормируется. Тогда запись полного условного обозначения резистора будет выглядеть следующим образом: Резистор P1-12-0,125-4,7 кОм ± 5 % АЛЯР. 434110.005 ТУ.

Для правильного выбора резисторов в самом общем случае необходимо на основе учета требований, предъявляемых к аппаратуре, проанализировать режимы и условия работы резистора внутри блока аппаратуры и определить:

- эксплуатационные факторы (интервал рабочих температур, относительную влажность окружающей среды и др.);
- параметры режима и рабочих электрических нагрузок (номинальная мощность, напряжение, параметры импульсного режима и т. д.);
- основные параметры резисторов (номинальное сопротивление и предельный возможный допуск по нему, минимально допустимое значение сопротивления изоляции, шумы резисторов, вид функциональной характеристики переменных резисторов и др.);
- необходимую стабильность электрических параметров резисторов в интервале рабочих температур, в рабочем диапазоне частот и в режиме импульсных нагрузок, при хранении, эксплуатации и испытаниях аппаратуры;
- показатели безотказности, долговечности и сохраняемости резисторов;

- допустимые размеры и массу резисторов, их конфигурацию, способ монтажа;
- стоимость резисторов и их контроля и испытаний в процессе производства аппаратуры.

В исходной электрической схеме обязательно присутствует как минимум один параметр: номинальное сопротивление, очень редко - номинальная мощность рассеивания.

Отсутствующие электрические параметры можно частично определить из модели этой схемы, составленной с помощью соответствующей программы. В библиотеке этой программы должны быть все активные и пассивные компоненты исходной электрической схемы. Однако, некоторые микросхемы, транзисторы и диоды, примененные в исходной схеме морально устарели, и по этой причине не включены в библиотеку элементов.

Однако в наших реальных условиях такие измерения невозможны в связи с отсутствием в библиотеке элементов EWB многих компонентов принципиальной схемы. Поэтому отсутствующие параметры нам предстоит домыслить на основании логических рассуждений, расчетов или рекомендаций, приведенной в различной литературе.

На исходной электрической схеме указано значение тока, которую потребляет схема – 10 мА. При напряжении питания микросхема с навесными элементами потребляет мощность около 100 мВт. Будем полагать, что напряжение на выходе смесителя и на входе УМ равно половине источника питания, то есть около 5 В. Мощности, выделяемые на резисторах, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные электрические параметры резисторов приемника

Поз. обозн.	Допуст. возможн. напр.	Выделяемая мощность	К _p	Номинальная мощность	Номинал. сопротивление	Допуск	Уровень сигнала.	Влиян. шумов. резист.	Влияние температур. нестабил.
R1	9 В	0,25 мВт	нет	125 мВт	330 кОм	20 %	нет	нет	нет
R2	1 В	нет	нет	125 мВт	22 кОм	20 %	нет	нет	нет
R3	5В	50 мВт	0,4	125 мВт	1 кОм	10 %	100 мкВ	нет	нет
R4	9 В	0,25 мВт	0,2	125 мВт	330 кОм	20 %	нет	нет	нет
R5	1 В	нет	нет	125 мВт	22 кОм	20 %	нет	нет	нет
R6	1 В	10 мВт	0,1	125 мВт	100 Ом	20 %	нет	нет	нет
R7	5 В	15мВт	0,4	125 мВт	1,5 кОм	20 %	2 В	нет	нет
R8	8 В	30 мВт	0,3	125 мВт	2,2 кОм	20 %	нет	нет	нет

Резистор фильтра по питанию R6 может иметь допуск даже более 20 % потому, что параметры транзисторов усилительных каскадов внутри микросхемы слабо зависят от изменения питания (горизонтальные участки выходных характеристик транзистора). Каскады, параметры которых зависят от

стабильности их источника питания, питаются через внутренний стабилизатор напряжения.

Резистор R7 определяет ток через диод VD1. Изменение этого тока в пределах 20 % приводит еще более меньшему в процентном соотношении изменению падения напряжения на нем вследствие нелинейной зависимости напряжения от тока. Искажение типа «ступенька» при этом не будет проявляться.

Резистор R8 определяет яркость свечения светодиода HL1. Определить визуально изменение яркости свечения даже при изменении сопротивления этого балластного резистора на 20 – 30 % практически невозможно.

Переменные напряжения сигнала присутствует только на резисторах R3 и R7, однако их уровень существенно превышает уровень собственных шумов резистора. Поэтому учитывать токовые шумы при выборе резистора нет необходимости.

Электрические характеристики резистора в значительной мере определяются типом материала, из которого он изготовлен, и его конструкцией.

Отношение фактической (рабочей) мощности рассеяния резистора при подключении его в электрическую схему $P_{\text{раб}}$ к номинальной мощности рассеяния P_n называется коэффициентом нагрузки резистора по мощности, K_p

$$K_p = P_{\text{раб}} / P_n.$$

Для повышения надежности работы электрической схемы проектировщики схемы обычно пользуются значением $K_p \approx 0,1$.

Наиболее доступными для потребителя являются пленочные резисторы общего применения. К ним относятся резисторы с номинальным сопротивлением, не превышающим 10^6 Ом, и допускаемыми отклонениями от номинала (допусками), равными $\pm 20\%$, $\pm 10\%$, $\pm 5\%$.

Как уже отмечалось выше, для повышения надежности радиоаппаратуры резисторы рекомендуется эксплуатировать при рабочих мощностях рассеяния $P_{\text{раб}}$ меньших P_n . Расчет рабочей мощности рассеяния резистора производится по формуле

$$P_{\text{раб}} = U_{\text{раб}}^2 / R_n,$$

где $U_{\text{раб}}$ – рабочее напряжение на участке цепи, в которую включается резистор.

Чтобы не увеличивать номенклатуру резисторов по мощности и, следовательно, по размерам, а также, учитывая что в ТЗ не предъявляется жестких требований по массогабаритным показателям, а по каким-то маркетинговым соображениям цены резисторов от 65 мВт до 125 мВт одинаковые, будем использовать в проектируемом изделии резисторы общего применения, для которых минимальное значение допуска составляет 5 %, а номинальная мощность 0,125 Вт, то есть с размерами 0805. Результаты приведенных логических рассуждений и расчетов сведены в таблицу 1.

SMD резисторы типа P1-12 получили более широкое распространение вследствие их

лучшей приспособленности к автоматизированному монтажу. Такие прямоугольные чип резисторы являются перспективными для монтажа на поверхность как ручным, так автоматическим способом. К достоинствам резисторов этого типа следует отнести: размеры стандартизированы на международном уровне; возможен автоматизированный монтаж; пайка методами ТПМ; наличие защиты внутреннего контактного слоя от растворения; упаковка в ленту.

Условное обозначение резистора P1-12 при заказе и в конструкторской документации

должно состоять из слова «Резистор», сокращенного условного обозначения, номинальной мощности рассеяния, полного обозначения номинального сопротивления, допускаемого отклонения номинального сопротивления, группы по ТКС и номера ТУ.

Пример условного обозначения: Резистор P1-12-0,125 - 4,7 кОм $\pm 5\%$ - МАЛЯР.434110.005 ТУ

3.2. ВЫБОР ПЕРЕМЕННЫХ РЕЗИСТОРОВ И ИХ ПУО

По функциональному назначению переменные резисторы подразделяют на регулировочные резисторы, допускающие изменение электросопротивления в процессе их функционирования в аппаратуре, и подстроечные резисторы, сопротивление которых изменяется, как правило, при разовой или периодической регулировке и не меняется в процессе функционирования аппаратуры. Подстроечные резисторы рассчитаны на периодические подстройки аппаратуры, их износоустойчивость невелика – до 1000 циклов перемещения подвижкой системы резистора. Регулировочные резисторы используются при многократных регулировках аппаратуры, обладают большей износоустойчивостью – более 5000 циклов. Токопроводящий элемент в них бывает тонкослойным металлическим или металлоксидным, пленочным композиционным.

В проектируемом нами приемнике присутствуют только регулировочные переменные резисторы R2 и R5.

Наиболее удачный вариант крепления переменного резистора получается при использовании переменного резистора WH186-1A-5 той же фирмы KLS electronic. На рисунке 5 представлена фотография, габаритные и установочные размеры переменного резистора типа WH186-1A-5 фирмы «KLS electronic».

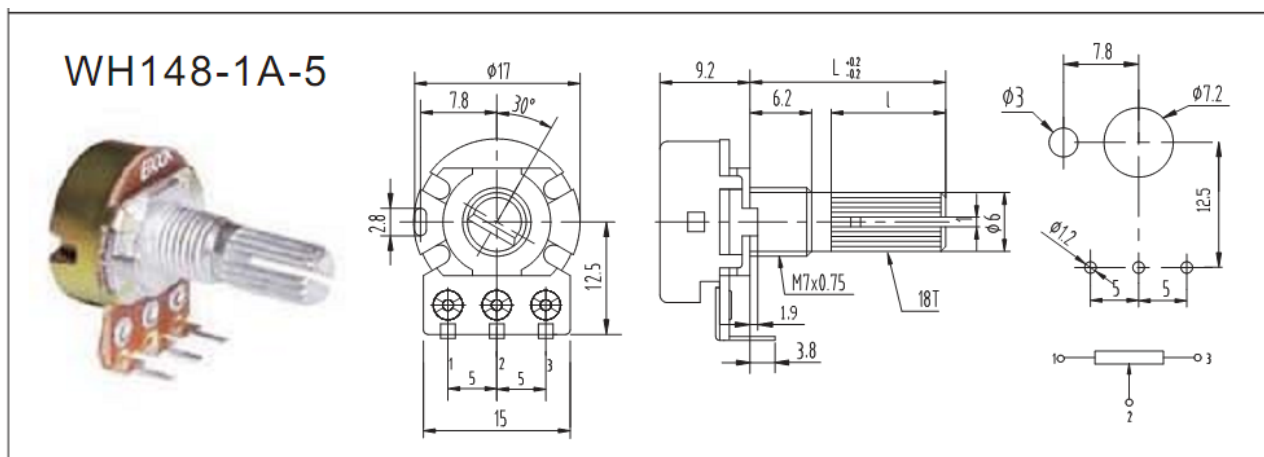


Рис. 5. Фотография, габаритные и установочные размеры переменного резистора типа WH186-1A-5 фирмы «KLS electronic»

Поэтому окончательно остановимся на этом варианте установки переменных резисторов, а в ПУО резистора внесем данные, основанные на part number из data sheet на эти резисторы.

Part number представлен на рисунке 6.

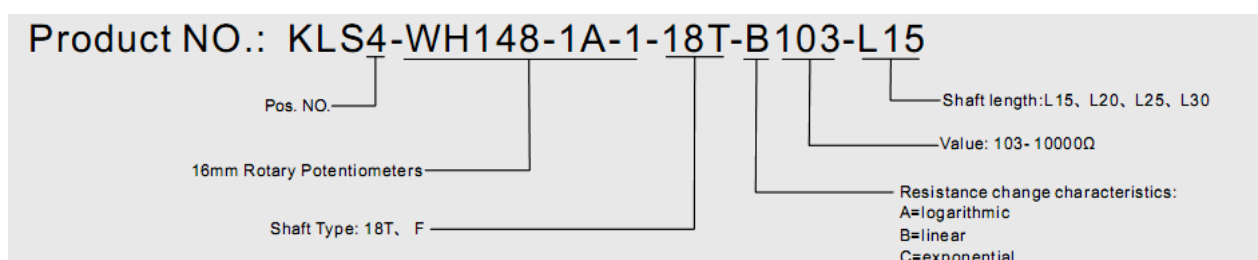


Рис. 6. Part number переменного резистора типа WH186-1A-X фирмы KLS electronic

Для регулировки усиления по ВЧ применим резистор линейной функциональной характеристикой, а для регулировки громкости с экспоненциальной зависимостью, так как громкость связана с амплитудой звуковых волн через логарифмическую зависимость.

По российскому стандарту в ПУО функциональные характеристики обозначаются иначе, чем для импортных резисторов:

- А – линейная зависимость;
- Б – логарифмическая зависимость;
- В – экспоненциальная зависимость.

Тогда ПУО для резистора R2 с российской расшифровкой будет иметь вид: KLC4-WH148-1A-5-18T-B223-L20 / KLC4-WH148-1A-5-18T- 0,125-22 кОм $\pm 20\%$ - AKLS Electronic, а ПУО для резистора R5 с российской расшифровкой будет иметь вид: KLC4-WH148-1A-5-18T-C223-L20 / KLC4-WH148-1A-5-18T- 0,065 -22 кОм $\pm 20\%$ - BKLS Electronic.

3.3. ВЫБОР КОНДЕНСАТОРОВ ПОСТОЯННОЙ ЕМКОСТИ И ИХ ПУО

Российские изготовители полное условное обозначение конденсаторов выполняют по определенным правилам.

В соответствии с ОСТ 11.074.009—78 полное условное обозначение отечественных конденсаторов содержит четыре части:

- неполное условное обозначение содержащее сокращенное обозначение и варианта конструктивного исполнения конденсатора;
- основные электрические и некоторые конструктивные параметры;
- климатическое исполнение;
- обозначение документа (обычно номер ТУ), на основании которого применен конденсатор

Примером полного условного обозначения, в котором придерживаются рекомендации по последовательности записи, является, в частности, керамические конденсаторы К10-79 для поверхностного монтажа, предназначенные для работы в цепях постоянного, переменного и пульсирующего токов и в импульсном режиме:

Конденсатор К10-79-250 В-220 пФ±5% -МПО АЖЯР.673511.004 ТУ
1 2 3 4 5 6 7

Рис. 7. Пример условного обозначения

- 1 - наименование изделия;
 - 2 – неполное условное обозначение;
 - 3 – номинальное рабочее напряжение, В;
 - 4 – номинальная емкость и буквенное обозначение единицы измерения (пФ, мкФ);
 - 5 – допускаемое отклонение сопротивления в %;
 - 6 - группа ТКЕ (МПО—близко к нулю);
 - 7 - номер ТУ, на основании которого применен конденсатор.
- Климатическое исполнение –УХЛ.

В исходной электрической схеме обязательно присутствует как минимум один параметр: номинальная емкость, очень редко - номинальное напряжение.

Отсутствующие электрические параметры можно частично определить из модели электрической схемы, составленной с помощью соответствующей программы. В библиотеке этой программы должны быть все активные и пассивные компоненты исходной электрической схемы, что бывает очень редко.

Поэтому отсутствующие параметры нам предстоит домыслить на основании логических рассуждений, расчетов или рекомендаций, приведенной в различной литературе.

Напряжение на всех конденсаторах приемника не может быть больше напряжения источника питания, то есть в нашем случае больше 9 В. Примем рабочее напряжение конденсаторов не менее 16 В.

Тангенс угла диэлектрических потерь обычно учитывается в случае, когда конденсатор пропускает через себя большую реактивную мощность (обычно больше 10 ВАР).

Электрические характеристики конденсаторов значительной мере определяются типом материала диэлектрика.

Все конденсаторы по выполняемым функциям можно разбить на три группы: контурные, разделительные и блокировочные. В каждой из этих групп в зависимости от рабочей частоты могут применяться высокочастотные и низкочастотные конденсаторы.

Контурные конденсаторы являются частотнопределяющими, поэтому основное требование к ним - это высокая температурная стабильность. Если в колебательных контурах нет подстроечных элементов, то к конденсаторам применяются жесткие требования по точности.

Разделительные конденсаторы практически не влияют на частотоселективные свойства изделия и слабо влияют на передачу сигнала от каскада к каскаду в том числе и при изменении температуры, но требуют хорошего разделения уровней постоянных составляющих (малых токов утечки).

Основными требованиями, предъявляемыми к блокировочным конденсаторам – это их широкополосность, относительно невысокие потери, малые размеры и стоимость.

Наибольшее применение при емкостях, менее 4,7 мкФ и напряжении не более 30 В, получили распространение керамические конденсаторы, в том числе и в SMD исполнении.

Пленочные конденсаторы в SMD исполнении не получили широкого распространения. При емкостях более единиц микрофард и до несколько сотен микрофард применяются танталовые конденсаторы в SMD исполнении. При емкостях до 1000 мкФ в SMD исполнении используются оксидно алюминевые конденсаторы.

Результаты анализа функций, выполняемых конденсаторами в схеме, логических рассуждений о влиянии их емкости на чувствительность приемника и стабильности частоты, расчетов или рекомендаций по применению, приведенной в различной литературе представим в таблице 2.

Таблица 2

Основные электрические параметры конденсаторов приемника

Поз. обозн.	Номинал. емкость.	Функция	Частота	Температ. стабильн.	Предполагаемый код температурн. стабильности	Зарубежн. код	Точность	Предполагаемый максимальный допуск	Прим.
C1	6,8 пФ	контурный	ВЧ	высокая	M47	NP0	высокая	5 %	
C2, C4	240 пФ	контурный	ВЧ	высокая	M47	NP0	высокая	5 %	
C3	180 пФ	контурный	ВЧ	высокая	M330	-	средняя	10 %	Перемен.
C5	0,047 мкФ	разделит.	НЧ	средняя	H10	X7R	средняя	10 %	
C6	10 пФ	контурный	ВЧ	высокая	M47	NP0	высокая	5 %	
C7, C8	160 пФ	блокиров.	ВЧ	высокая	M470	NP0	средняя	10 %	
C9	100 пФ	разделит.	ВЧ	высокая	M330	NP0	высокая	5 %	
C10, C11	4,7 мкФ	блокиров.	НЧ	низкая	Не нормируется		низкая	30 %	
C12, C13	0,047 мкФ	фильтр	НЧ	средняя	H10	X7R	средняя	10 %	
C14	0,15 мкФ	разделит.	НЧ	средняя	H10	X7R	средняя	20 %	
C15	0,1 мкФ	блокиров.	НЧ	низкая	H90	Y5V	низкая	20 %	
C16	10 мкФ	разделит.	НЧ	низкая	Не нормируется		низкая	20 %	
C17	1000 мкФ	блокиров.	НЧ	низкая	Не нормируется		низкая	30 %	

NP0 – негатив-позитив ноль; X7R – в интервале рабочий температур от X (минус 55°C)

до 7(+125°C) емкость конденсатора может измениться на R ($\pm 15\%$); Y5V – в интервале рабочий температур от Y (минус 30°C) до 7(+85°C) емкость конденсатора может измениться на V (от минус 82 % до + 22%)..

Анализ таблицы 6.3 показывает, что присутствуют два номинальных значения емкости конденсаторов 160 пФ и 240 пФ, которые соответствуют только ряду номиналов E24. Остальные номиналы присутствуют в более низких рядах E6 и E12, что видно из таблицы 3.

Таблица 3

Номинальные значения для рядов E6, E12 и E24

Ряд	Числовые коэффициенты	Погрешность, $\pm\%$
E6	1; 1,5; 2,2; 3,3; 4,7; 6,8	20
E12	1; 1,2; 1,5; 1,8; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7; 5,6; 6,8; 8,2	10
E24	1; 1,1; 1,2; 1,3; 1,5; 1,6; 1,8; 2; 2,2; 2,4; 2,7; 3; 3,3; 3,6; 3,9; 4,3; 4,7; 5,1; 5,6; 6,2; 6,8; 7,5; 8,2; 9,1	5

Сегодня на российском рынке радиотоваров и радиокомпонентов отечественные изделия составляют лишь незначительную часть, вытесненные более современными, надежными и относительно доступными товарами зарубежного производства. Проведен анализ номинальных значений SMD керамических конденсаторов фирм AVX, Epcos, Kemet, KOA, Murata, Panasonic, Samsung, Taiyo Yuden, TDK, Viking и российской «Кулон» показали, что номиналы ряда E24 присутствуют только у американской Kemet и российской «Кулон». Остальные фирмы работают по номиналу E12.

С американцами лучше не связываться по известным причинам. Примем такое решение: будем использовать номиналы ряда E24 российской фирмы «Кулон», а все остальные номиналы – какой либо зарубежной фирмы.

Минимальную стоимость имеют радиокомпоненты, произведенные в странах Юго-Восточной Азии, таких как КНР, Сингапур, Малазия, Тайвань и другие. Китайские товары очень часто имеют низкое качество. По объему выпуску различных конденсаторов при приемлемом отношении цена/качество лидируют фирмы, расположенные на Тайване.

Компания Viking Tech Corporation — передовой производитель тонкопленочных пассивных компонентов, расположенном на Тайване.

На рисунке 8 представлена расшифровка ПУО конденсаторов типа MC фирмы Viking Tech Corporation.

Part Numbering

MC	03	J	T	N	250	3R9
Product Type	Dimensions (L×W)	Capacitance Tolerance	Packaging	Dielectric	Voltage (VDCW)	Capacitance
MC : General; Ultra-small Middle and High Voltage MCHL: High Q and Low ESR MCRF: Ultra High Q and Low ESR (RF) MCLI: Low Inductance	01: 0201 02: 0402 03: 0603 05: 0805 06: 1206 10: 1210 08: 1808 12: 1812 43: 0612	B: $\pm 0.1\text{pF}$ ($\text{Cap} \leq 5\text{pF}$) C: $\pm 0.25\text{pF}$ ($\text{Cap} \leq 5\text{pF}$) D: $\pm 0.5\text{pF}$ ($5\text{pF} < \text{Cap} < 10\text{pF}$) F: $\pm 1\%$ G: $\pm 2\%$ J: $\pm 5\%$ K: $\pm 10\%$ M: $\pm 20\%$ Z: $+80/-20\%$	T: Taping Reel	N: NPO (COG) B: X7R F: Y5V X: X5R	6V3: 6.3V 250: 25V 500: 50V 101: 100V 102: 1000V 202: 2000V 302: 3000V	3R9: 3.9pF 150: 15pF 181: 180pF 225: 2.2μF 476: 47μF 107: 100μF

Рис. 8. Расшифровка ПУО конденсаторов типа MC фирмы Viking Tech Corporation

3.4. ВЫБОР ОКСИДНЫХ КОНДЕНСАТОРОВ И ИХ ПУО

Единственными конденсаторами, у которых кроме номинальных значений их емкости, конкретизирован тип диэлектрика – это конденсаторы C10, C11, C16 и C17. Все эти конденсаторы с оксидным диэлектриком.

В технологии поверхностного монтажа используются в основном два вида оксидных конденсаторов постоянной емкости: танталовые оксидно-полупроводниковые и алюминиевые оксидно-электролитические конденсаторы.

К сожалению, среди производителей Юго-Восточной Азии не удалось найти танталовые оксидно-полупроводниковые SMD конденсаторы. Китайских много, но мы их в расчет не берем. Тогда обратимся к отечественным производителям. Представляет собой интерес конденсаторы K53-81 (РАЮС.673546.001ТУ) Новосибирского завода радиодеталей «Оксид», который является практически полным аналогом американских конденсаторов компании Kemet серии T-491.

Изготавливаются K53-81 в климатическом исполнении «В» по ГОСТ 5150, пригодном для автоматизированной сборки аппаратуры (конструктивно-технологическая группа XI, исполнение 3 по ГОСТ 20.39.405).

Пример ПУО: K53-81-16 В-4,7 мкФ ± 20% РАНС.673546.001ТУ

Остался у нас еще один оксидный конденсатор С17 с номинальной емкостью 1000 мкФ и на рабочее напряжение 16 В. Танталовые SMD конденсаторы на такую емкость и напряжения не производятся.

Больше всего нам подходит конденсатор с наименьшей высотой. По этому параметру проходят конденсаторы типов SK, SM, TK и JRA с одинаковым произведением диаметра на высоту $D \times L = 10 \times 16$ мм. Выберем конденсатор типа SK широкого применения и стандартные параметры с минимальной стоимостью

На рисунке 9 показан part number (ПУО) для оксидных радиальных конденсаторов фирмы Jamicon.

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПОЛЯ В НАИМЕНОВАНИИ												ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПОЛЯ			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
S	K	R	2	2	1	M	1	C	F	B	B	M	-	-	E
СЕРИЯ	ТИП	ЕМКОСТЬ, мкФ	ОТКЛО- НЕНИЕ	РАБОЧЕЕ НАПРЯЖЕНИЕ	ГАБАРИТЫ ДИАМ.	ВЫСОТА									
Серия	Код	Тип	Форма выводов	ЕМК, мкФ	Код	Отклонение емкости, %	Код	Рабочее напряжение, В	Код	Диаметр, мм	Код	Высота, мм	Код	Код	Описание
PS	NS	HM	Стандартные выводы	0.1	OR1	+10	K	2.5	0E	3	A	11	11	1-9	Обозначение заказчика
PT	SK	LT		0.22	R22	+10		4	0G	3.8	S	11.5	BB	A-Z	
PH	SM	LL		0.33	R33	+15		6.3	0J	4	C	12.5	BC	a-z	
PC	TK	HT		0.47	R47	+15		10	1A	5	D	31.5	DB		
PF	TM	HV	Укороченные выводы	1	010	+20	M	13	1P	6	W	35.5	DF		Код Описание E Гильза из полиэтилентерфталата W Без гильзы
CS	NK	HL		2.2	2R2	+20		16	1C	6.3	E	100	1H		
CA	LK	HF	Формованные укороченные выводы	3.3	3R3	+100	P	20	1D	7	Y	110	1A		
CN	MZ	HX		4.7	4R7	+0		25	1E	8	F	115	1K		
CR	TB	KP	Формованные выводы	10	100	+30	Q	35	1V	10	G	120	1B		
CT	WL	MP		22	220	+10		40	1G	12	H	121	1M		
CE	WG	RP	Формованные типа SNAP-IN	33	330	+20	R	50	1H	12.5	I	130	1C		
CP	TL	XP		47	470	+0		63	1J	13	J	131	1P		
CH	TZ		Типа SNAP-IN	100	101	+50	T	80	1K	16	K	140	1D		
CL	TH			220	221	+10		100	2A	18	L	144	1Q		
CF	TX		Типа G	330	331	+75	U	125	2B	20	M	150	1E		
CK	TF			470	471	+10		160	2C	22	N	155	1N		
CZ	WB		Типа V	1000	102	+20	V	180	2M	25	O	157	1R		
CB	UK			2200	222	+10		200	2D	30	P	160	1F		
SV	NC		С винтовым креплением	3300	332	+20	H	250	2E	35	Q	170	1G		
ST	RV			4700	472	+5		315	2F	40	R	180	1I		
NT	LP		Стандартные выводы для поверхностного монтажа	10000	103	+30	F	330	2U	51	V	190	1J		
SS	HP			22000	223	+0		350	2V	64	1	198	1S		
SH	LS			33000	333	+100	W	400	2G	77	2	215	1L		
SL	HS			47000	473	+10		450	2W	90	3	238	1T		
								500	2H						

Рис. 9. Part number (ПУО) для оксидных радиальных конденсаторов фирмы Jamicon

Тогда ПУО с расшифровкой нашего конденсатора будет иметь вид SKR102M1CG16 / SKR-16B-1000 мкФ $\pm 20\%$ Jamicon.

3.5. ВЫБОР ПЕРЕМЕННОГО КОНДЕНСАТОРА И ЕГО ПУО

Конденсатором переменной емкости (КПЕ) называется такой конденсатор, емкость которого может быть плавно изменена в процессе эксплуатации

В нашем радиоприемнике КПЕ с позиционным обозначением СЗ используются для настройки колебательного контура гетереодина

После появления в 80-х годах синтезаторов частоты в качестве переменных конденсаторов стали применяться только варикапы (современные сотовые телефоны). КПЕ остались только в некоторых измерительных приборах. Однако, в последнее время в продаже появились китайские КПЕ, очень похожие на КПЕ от советских «карманных» приемников.

На рисунке 10 показана фотография китайского двух секционного конденсатора с твердым органическим диэлектриком типа СВМ-202В2 фирмы Faratronic с диапазоном изменения емкости от 17 пФ до 180 пФ в каждой секции.

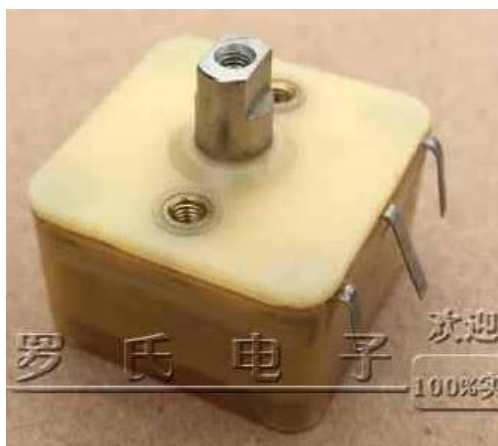


Рис. 10. Внешний вид конденсатора

Пример ПУО: СВМ-202В2 Faratronic

3.6. ВЫБОР КАТУШЕК ИНДУКТИВНОСТИ И ИХ ПУО

В соответствии с системой сокращений и полных условных обозначений действующей в настоящее время в нашей стране катушки индуктивности, выпускаемые промышленностью, не имеют стройной системы условных обозначений, т.е. они не стандартизированы и имеют вид только отдельных отраслевых стандартов.

Неполное условное обозначение содержит сочетание букв КИ или Д, что означает катушка индуктивности или дроссель. Для получения полного условного обозначения к неполному обозначению добавляется перечисление

некоторых параметров и обозначение документа, на основании которого применено данное точное изделие.

Например:

– дроссель высокочастотный модернизированный с номинальной индуктивностью 125 мкГн, допуском $\pm 10\%$, на ток не более 0,1 А, всеклиматического исполнения записывается в конструкторскую документацию (КД) как «Дроссель высокочастотный ДМ - 01- 125 $\pm 10\%$ - В ГИ0.477.005 ТУ»;

На рисунке 11 показана структура ПУО отечественных высокочастотных и сверхвысокочастотных чип-индуктивностей.



Рис. 11. Структура ПУО отечественных высокочастотных и сверхвысокочастотных чип-индуктивностей

Анализ, проведенный в интернете по SMD катушкам различных фирм, показал, что наиболее распространенный производственный допуск на эти катушки составляет $\pm 20\%$. Примем этот допуск за основу. На температурную стабильность остается также плюс 20 %. Параметры по температурной стабильности в Data Sheet для SMD катушек не приводятся.

Согласно разным источникам информации температурный коэффициент индуктивности α_T вообще для катушек с ферритовыми сердечниками при большом коэффициенте использования магнитных свойств достигает $3 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$. Примем значение этого параметра за основу.

С учетом последнего значения рассчитаем $\delta L_{T,4}$ для температурного диапазона ΔT от 10 до 40°C:

$$\delta L_{T,4} = \alpha_T \cdot \Delta T = 3 \cdot 10^{-4} \cdot 30 \approx 0,01 \text{ или } 1 \%$$

Полученное значение практически не сказывается на параметры фильтра. Поэтому в нашем случае температурный фактор учитывать не будем.

Результаты анализа функций, исполняемых катушками индуктивности в схеме приемника, логических рассуждений о влиянии их индуктивности на чувствительность приемника и стабильности частоты, расчетов или рекомендаций по применению, приведенной в различной литературе представим в таблице 4.

Таблица 4

Основные электрические параметры катушек индуктивности приемника

Поз. обозн.	Номин. емкость.	Функция	Частота	Температ. стабильн.	Выбранная температурн. стабильности	Зарубежн. код	Точность	Предполагаемый максимальный допуск	Прим.
L1	2,2 мкГн	связь	ВЧ	средняя	$34 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$	-	средняя	10 %	
L2	8,2 мкГн	контурный	ВЧ	средняя	$34 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$	-	высокая	5 %	
L3	8,2 мкГн	контурный	ВЧ	высокая	$34 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$	-	высокая	5 %	
L4	100 мкГн	фильтр	НЧ	средняя	средняя	-	средняя	20 %	

Поиск в интернете показал, что на территории России существует только один завод по производству чип-индуктивностей – это фирма «Эркон» в г. Горьком. Рисковано делать ставку в плане доступности только на одно отечественное предприятие без преприятий-дублеров. Тем более, что в каталоге этой фирмы отсутствуют номиналы 8,2 мкГн и 100 мкГн.

Минимальную стоимость имеют радиокомпоненты, произведенные в странах Юго-Восточной Азии, таких как КНР, Сингапур, Малазия, Тайвань и другие. Китайские товары очень часто имеют низкое качество. По объему выпуску различных SMD катушек индуктивности при приемлемом отношении цена/качество лидируют фирмы, расположенные на Тайване. В частности, фирма Viking производит широкий ряд SMD катушек индуктивности как на керамическом основании, так и на ферритовом сердечниках.

Part Numbering

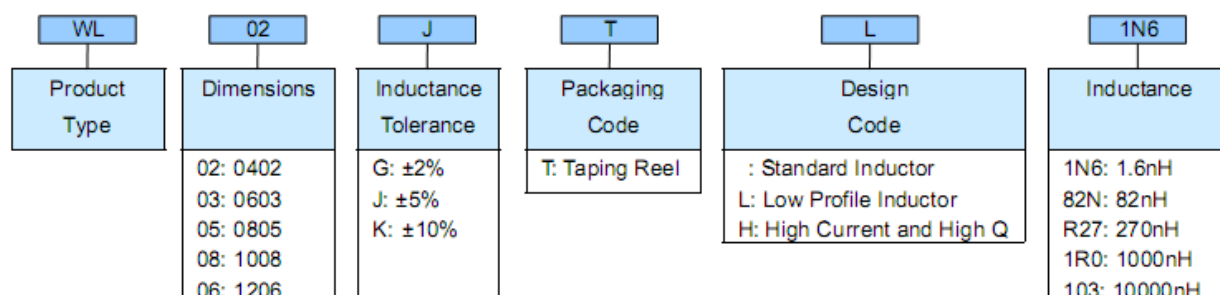


Рис. 12. Порядок построения ПУО SMD катушки индуктивности типа WL фирмы Viking

Inductance (nH)	Tolerance	L Freq. (MHz)	Quality Factor min.	SRF (GHz) min.	DCR (Ω) max.	IDC (mA) max.	Color Code
*2200	$\pm 2, \pm 5, \pm 10\%$	7.9	28 @ 50MHz	0.160	2.80	280	Violet
8200	$\pm 2, \pm 5, \pm 10\%$	7.9	15 @ 7.96MHz	0.025	6.00	170	Yellow

Рис. 13. Некоторые параметры выбранных нами для приемника SMD катушек индуктивности типа WL с размером 1008

Тогда ПУО с расшифровкой для катушки L1 будет выглядеть следующим образом:

WL08KT2R2 / WL08-2,2 мкГн $\pm 10\%$ Viking

ПУО с расшифровкой для катушек L2 и L3 будет выглядеть следующим образом:

WL08JT8R2 / WL08-8,2 мкГн $\pm 5\%$ Viking

Part Numbering

NL	05	K	T	C	1R0
Product Type	Dimensions	Inductance Tolerance	Packaging Code	Current	Inductance
	03: 0603 05: 0805 08: 1008 10: 1210 12: 1812 20: 2220	J: $\pm 5\%$ K: $\pm 10\%$ M: $\pm 20\%$	T: Taping Reel	: Standard C: Large Current L: Low Profile	R12: 120nH R27: 270nH 2R7: 2700nH 100: 10 μ H

Рис. 14. Порядок построения ПУО SMD катушки индуктивности на ферритовом сердечнике типа NL фирмы Viking

NL08 Wire Wound Chip Inductors (Ferrite) / **Large Current Type**

Codes	Inductance (μ H)	Tolerance	Q typ.	Test Freq. (MHz)	SRF (MHz) min.	DCR (Ω) max.	IDC (mA) max.	Color Code		
								1st	2nd	3rd
101	100	$\pm 5, \pm 10\%$	13	1	4	13.2	200	Brown	Black	Yellow

Рис. 15. Некоторые параметры выбранных нами для приемника SMD катушки индуктивности типа NL с размером 1008

Тогда ПУО с расшифровкой для катушки L4 будет выглядеть следующим образом:

NL08MT101 / NL08-0,2-100 мкГн $\pm 20\%$ Viking

3.7. ВЫБОР ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ И ЕГО ПУО

Выключатель питания SB1 служит в приемнике для коммутации цепи источника питания.

Коммутацию можно осуществлять методом подключения и отключения штекера от внешнего источника питания к гнезду XP1 приемника. Однако, число рабочих циклов при таком способе коммутации существенно меньше, чем при использовании отдельного переключателя.

В качестве выключателя обычно используют перекидные переключатели - тумблеры или нажимные переключатели – кнопки. В обоих вариантах исполнения выключателей к ним прикладывается механическое усилие оператора. Поэтому эти компоненты необходимо механически закреплять на какой-либо несущей конструкции, чтобы на паяное соединение этого элемента к плате не прикладывалась механическая нагрузка.

С эргономической точки зрения более предпочтителен вариант с кнопкой, так как у кнопки больше поверхность соприкосновения с рукой оператора и, соответственно, меньше реакция со стороны переключателя на пальцы оператора. В случае с кнопкой оператор работает только подушкой одного пальца.

На основании выше приведенных рассуждений остановимся на применении в качестве коммутационного устройства кнопочного переключателя. Кнопочный переключатель естественно должен быть с фиксацией и как можно меньших размеров, особенно со стороны своего корпуса.

Минимальную стоимость имеют радиокомпоненты, произведенные в странах Юго-Восточной Азии, таких как КНР, Сингапур, Малазия, Тайвань и другие. Китайские товары очень часто имеют низкое качество. По объему выпуску различных коммутационных устройств при приемлемом отношении цена/качество лидируют фирмы, расположенные на Тайване. В частности, фирма Switronic Industrial Corp производит широкий ряд коммутационных устройств: тумблеров, кнопок, галетных, движковых и других переключателей на любые токи и напряжения. Интересующие нас кнопочные выключатели представлены несколькими сериями: PB, PBS, SPB, TPS, SPST, SPDT разной электрической и конструкторской модификаций.

По конструктивному исполнению и стоимости нам наиболее подходят кнопки SPA-106A1, PB-05A-7KGN1-G и PBS-24-102.

Самую низкую стоимость имеют кнопки SPA-106A1 в среднем около 50 рублей, поэтому выберем эту серию кнопок. На рисунке 16 представлен порядок выполнения ПУО для этой серии.

Система обозначений:

SPA-101 A 1
1 2 3

1. Серия
2. A – с фиксатором, ON-OFF
B – без фиксатора, OFF-(ON)
3. Цвет: 1 -красный, 4 - зеленый

Рис. 16. Порядок представления ПУО для кнопок серии SPA- (от 101 до 109) фирмы Switronic Industrial Corp (Тайвань)

Тогда ПУО для выбранной кнопки будет иметь вид: Кнопка SPA-106A1 Switronic.

3.8. ВЫБОР ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНИТЕЛЕЙ И ИХ ПУО

Электрической схемой предусмотрены три электрических соединителя для подключения антенны, внешнего источника питания и телефонов. В приемнике расположены ответные части этих соединителей:

- коаксиальная ВЧ розетка XW1 для подключения ВЧ вилки от антенны;
- гнездо-вилка XP1 для подключения штекера-розетки от внешнего источника питания;
- гнездо-розетка XS1 для подключения штекера - вилки телефонов.

Согласно с принятым конструктивным устройством все эти соединители крепятся к плате, то есть относятся к виду приборных.

3.8.1. КОАКСИАЛЬНАЯ ВЧ РОЗЕТКА XW1 ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ВЧ ВИЛКИ ОТ АНТЕННЫ

Среди ВЧ электрических соединителей минимальные цены имеют соединители типа RCA.

RCA jack или композитный (также называемый phono connector, или CINCH/AV connector, а также в просторечии «колокольчик», «тюльпан», AV-разъём) — стандарт электрического соединителя, широко применяемый в аудио- и видеотехнике.

Обратимся снова к фирмам Юго-Восточной Азии. Среди фирм этой части света выгодно выделяется фирма «Dragon City Industries (DCI)» со штаб-квартирой в Гонконге. Эта фирма выпускает более 20 одиночных розеток серии RS-1XX , такое же число конструктивных модификации двойных RS-2XX, тройных RS-3XX и других вариантов только для одной серии.

Первоначальный отбор проводился по цене и числу рабочих циклов среди одиночных розеток. При этом нужно помнить, что к этим компонентам в процессе эксплуатации прикладывается механическое усилие от руки оператора в процессе коммутации ответных штекеров. Поэтому предпочтение

отдадим гнезду RCA114 (RS109), у которого три дополнительных точки механического соединения с платой.

ПУО для этого гнезда будет иметь вид: «Гнездо RS109 DCI», где R – фирменное обозначение ВЧ (коаксиального) гнезда, S – розетка на плате, 1 – число розеток, 09 – особенности конструкции, аббревиатура фирмы.

3.8.2. ВЫБОР ГНЕЗДА ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ВНЕШНЕГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ

Гнездо XP1 для подключения внешнего источника питания планируется располагать на противоположной от установленного ВЧ гнезда XW1. При установке платы необходимо сначала завести в отверстие на торце основания корпуса коаксиальный электрод, а затем осадить плату на свое место. В процессе установки платы на основание корпуса необходим зазор между внешним торцом гнезда XP1 и внутренней стенкой основания корпуса, иначе невозможно установить плату. Однако, этот зазор остается в собранном состоянии.

Необходимо минимизировать пространство, через которое внутрь устройства могут попадать пыль и грязь. Для этого в образовавшееся пространство надо поместить какой-либо уплотнитель. Причем этот уплотнитель не должен препятствовать установке платы. Поэтому он должен находиться за пределами внутренней стенки основания корпуса и свободно убираться при изъятии платы.

Последнее требование может быть реализовано только с использованием резьбового соединения, а в качестве уплотнителя можно использовать фланцевую втулку с внешней резьбовой поверхностью. Нарезать ответную резьбу в тонкой стенке основания корпуса можно, но она будет очень ненадежной из-за малого числа витков. Для минимизации зазора при вкручивании этой втулки она должна упереться в торец гнезда и даст постоянную механическую нагрузку на корпус гнезда и на резьбу в стенке основания корпуса. Эта нагрузка может сорвать и без того хлипкую резьбу в стенке основания корпуса.

Поэтому ответную резьбовую часть нам надо поискать в другом месте. Введение дополнительных конструктивных элементов является нежелательным вариантом. Наиболее приемлемым является вариант, при котором ответная резьбовая часть находится на самом гнезде. Причем, чтобы не уменьшать диаметр проходного отверстия для штекера на удвоенную толщину стенки резьбовой части втулки, резьба должна находиться на внешней поверхности фланцевой втулки. Таких вариантов исполнения не так много. Из 140 вариантов исполнения только для фирмы «Dragon City Industries» нашлось только 2 варианта DS-028 и DS-078 углового исполнения гнезда с резьбовой торцевой частью. На рисунках 17 и 18 показаны фотографии этих гнезд.



Рис. 17. Фотография гнезда DS-028 фирмы «Dragon City Industries»



Рис. 18. Фотография гнезда DS-078 фирмы «Dragon City Industries»

Выберем гнездо DS-028 потому, что жесткость выводов вдоль направления перемещения штекера (жесткость пластины на ребро) больше жесткости пластины на плоскость.

ПУО для этого гнезда будет иметь вид: «Гнездо DS-028 DCI», где DS – фирменное обозначение низковольтного гнезда постоянного тока, XXX – особенности конструкции, аббревиатура фирмы.

3.8.3. ВЫБОР ГНЕЗДА ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ТЕЛЕФОНОВ

Одним из признаков оптимизации конструкции является уменьшение номенклатуры примененных в ней комплектующих без ущерба качеству, то есть унификация. То же самое относится и к числу поставщиков этих комплектующих. Поэтому выбор гнезда для подключения телефонов

проведем среди искомых комплектующих фирмы «Dragon City Industries», тем более, что эта фирма выпускает большую номенклатуру этих гнезд.

Как следует из анализа конструкций различных устройств, где были использованы гнезда с приведенными выше параметрами, наиболее популярным является гнездо джек 2,5 на плату ST002. Применим это гнездо в нашем приемнике.

По своей конструкции без учета соотношения размеров гнездо для подключения телефонов практически полностью соответствует ВЧ гнезду типа RCA. С учетом особенности установки платы на основании корпуса однотипные по конструкции гнезда нужно устанавливать на одну сторону печатной платы.

На рисунке 19 показана фотография гнезда ST-002 фирмы DCI.



Рис. 19. Фотография гнезда ST-002 фирмы DCI

ПУО для этого гнезда будет иметь вид: «Гнездо ST-002 DCI», где ST – фирменное обозначение низковольтного гнезда постоянного тока, XXX – особенности конструкции, DCI - аббревиатура фирмы.

3.9. ВЫБОР СВЕТОДИОДА И ЕГО ПУО

Светодиод HL1 (РИВА.464311.001 Э3) красного свечения предназначен для индикации включения приемника. Конструкция этого светодиода адаптирована для монтажа на поверхность.

Бренд Kingbright — ведущий в области светодиодных технологий в Азии и Европе. Принадлежит компании Kingbright Electronic Co, Ltd

В таблице 5 представлены три типа SMD светодиода с размерами какие мы приняли для резисторов: 0805.

Таблица 5

SMD светодиоды 0805 красного свечения фирмы Kingbright

Part number	Material	λD (nm)	Lens Type	Iv (mcd) @20 mA		Viewing Angle
				Min.	Typ.	
KP-2012EC	GaAsP/GaP	617	water clear	3	8	120°
KP-2012SURCK	AlGaInP	630	water clear	40	80	120°
KP-2012SECK	AlGaInP	601	water clear	80	180	120°

Выберем из них KP2012 EC с минимальным током потребления. Запись в КД: Светодиод KP2012 EC Kingbright

3.10. ВЫБОР КОРПУСОВ ДИОДА, ТРАНЗИСТОРОВ, МИКРОСХЕМЫ И ИХ ПУО

Выбор компонентов будем также проводить среди производителей Юго-Восточной Азии.

Внешний вид диода 1N4148WS представлен на рисунке 20. Для этого диода применен корпус SOD-323F. Фирма изготовитель Kingtronics Гонконг.

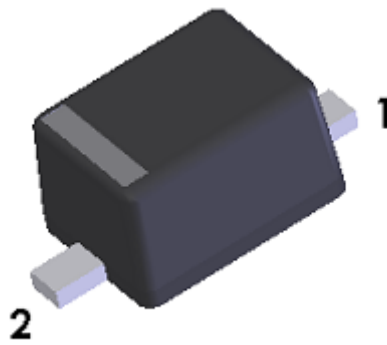


Рис. 20. Внешний вид диода 1N4148WS

Запись в КД: Диод 1N4148WS Kingtronics.

Маломощные высокочастотные транзисторы BC847C и BC857C общего применения являются комплементарной парой.

По указанным выше соображениям поиск будем проводить среди фирм стран Юго-Восточной Азии. Среди фирм этих стран на Российском рынке широко представлена компания PAN JIT.

Транзисторы BC847C и BC857C выполняются в корпусе типа SOT-23.

Микросхема K174XA2 имеет только один аналог TCA440 / Т. Сначала выясним какие фирмы выпускают эту микросхему через поисковик в интернете. Поиск показал, что только две фирмы производят микросхему TCA440 / Т в корпусе для поверхностно монтажа: Silicium Microelectronic Integration GmbH (Германия) и Philips (Голландия). Немецкая фирма небольшая и слабо представлена на российском рынке. Поэтому остановимся на фирме Philips как широко известной в нашей стране, тем более, что микросхема TCA440 / Т не является изделием двойного применения

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данные методические указания направлены на изучение основных требований к перечням элементов к схеме электрической принципиальной. При необходимости углубить теоретические знания по рассмотренным темам следует обратиться к библиографическому списку.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СТП ВГТУ 62-2007 Текстовые документы. Правила оформления. - Воронеж: ВГТУ, 2007. – 53 с.
2. Epcos Tantalum Chip Capacitors Speed Power, Low ESR Ordering code: B45197A2227+50* [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.farnell.com/datasheets/58262.pdf>
3. Polymer Aluminum Electrolytic Capacitors [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http // www. murata. com.](http://www.murata.com) / Catalog № C90E-1
4. Куневич, А.В. Индуктивные элементы на ферритах / А.В. Куневич, И.Н. Сидоров.- СПб: Лениздат, 1997.- 475с.
5. О. П. Григорьев. Транзисторы: Справочник / О. П. Григорьев, В. Я. Замятин, Б. В. Кондратьев, С. Л. Пожидаев - М.: Радио и связь, 1989. - 272 с.: ил
6. Лярский, В.Ф. Электрические соединители: Справочник. / В.Ф Лярский , О. Б. Мурадян — М.: Радио и связь, 1988. — 272 с.
7. Мухитдинов, М. Светоизлучающие диоды и их применение / М. Мухитдинов, Э.С Мусаев - М.: Радио и связь, 1988г. - 80 с.
8. Электронный каталог «Конденсаторы керамические SMD Viking Tech Corporation» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.promelec.ru/catalog/5/48/67/brand-viking/>
9. Электронный каталог «Чип-резисторы толстопленочные общего применения» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.erkonn.ru/catalog/rezistory-obshchego-primeneniya/r1-12/>

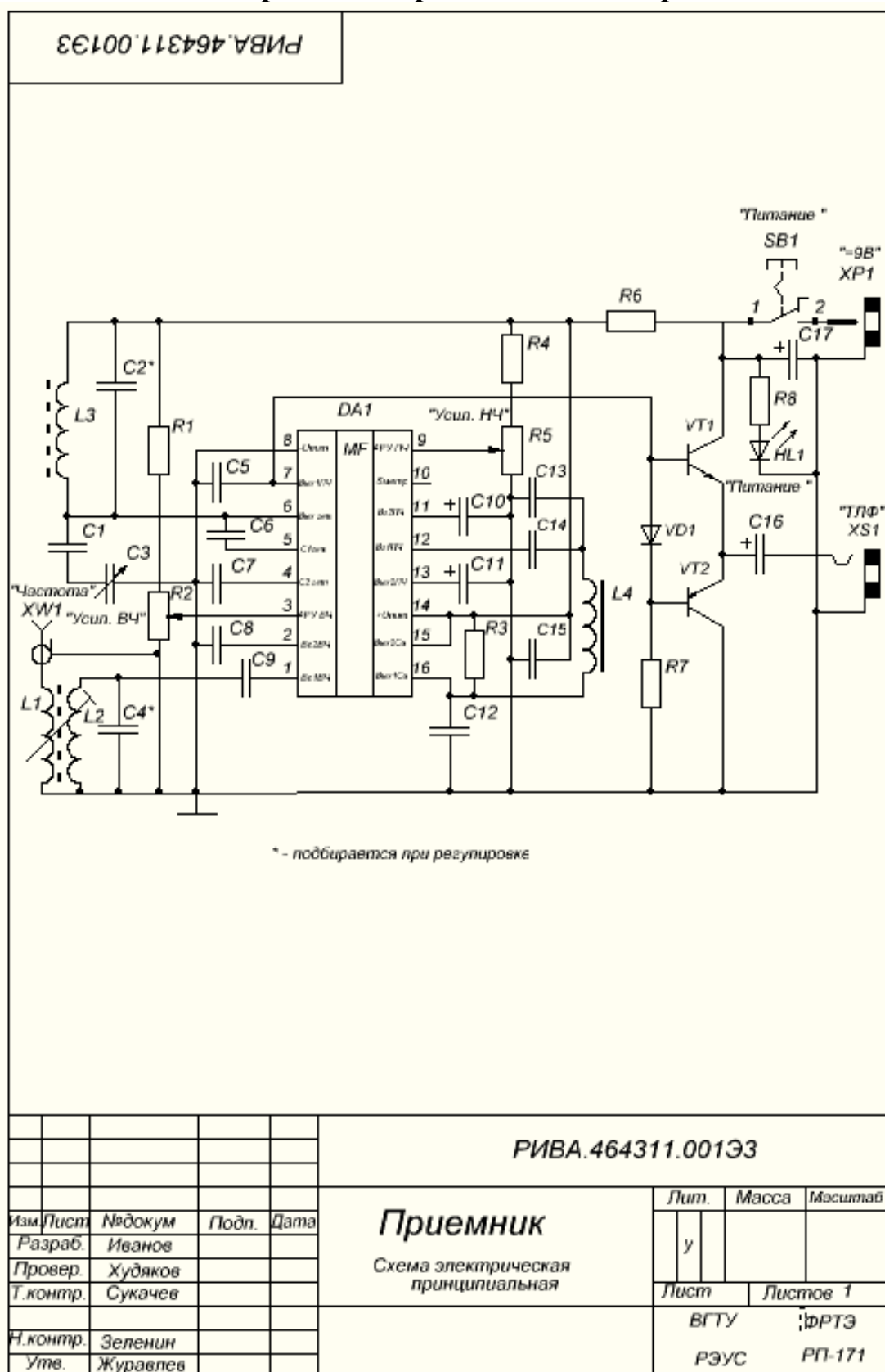
ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Пример заполнения перечня элементов

[illegible]

					Окончание прил.1	
Поз. обозначение	Наименование			Кол	Примечание	
	Микросхемы					
DA1	78L05			1	Интеграл	
DD1	K561ЛА7 БК0.348.457 ТУ			1		
DD2	174НС164			1	Toshiba	
HA1	Излучатель звуковой ИГ-6М РВ0.631.062ТУ			1		
HL1-HL8	Светодиод АЛ307Б ТТ3.342.142ТУ			8		
	Резисторы С1-4 ОЖ0. 467.093 ТУ					
R1	С1-4-0,125-220 кОм±10%-А-Г			1		
R2	С1-4-0,125-10кОм±10%-А-Г			1		
R3	СП-6а-0,125- 1МОм± 10% ОЖ0.698.046 ТУ			1		
R4	С1-4-0,125-2,2МОм±10%-А-Г			1		
R5-R7	С1-4-0,125-2,7кОм±10 %-А-Г			3		
R6	С1-4 -0,125-150 Ом± 10%-А-Г			1		
R8	С1-4-0,125-2МОм±10%-А-Г			1		
R9	С1-4 -0,125-220 Ом ±10%-А-Г			1		
R10-R17	С1-4-0,125-1кОм ±10%-А-Г			8		
R18	RD-0,25-10кОм±5% RD 1/ 4 S 10KΩ J			1	Chiba Ohm Co, Ltd,	
R19	SN14-0,25-100 кОм±1%- A SN14K2ET52A100KΩF			1	Chiba Ohm Co, Ltd	
R20	RC55-0,125-2,2кОм±0,5%-A RC55JC 0,5% 50ppm2K2			1	Wetwyn Electronics Ltd	
SB1	Кнопка 79HG-1-000			1	Oragon	
	Диоды					
VD1-VD8	1N4148			8	Thomson	
VD9	КД510А ТТ3.362.100ТУ			1		
	Транзисторы					
VT1-VT4	BC557			4	Philips	
VT5	КТ3130 аА0.338.448 ТУ			1		
VT6	КТ816Б аА0.333.186 ТУ			1		
VT7, VT8	2SC1969			2	Mitsubishi	
X1	Отсек батарейный SBH-341-1A			1	Philips	
X2 - X4	Розетка СР-50-165ФВ ВР0.364.007 ТУ			3		
ZQ1	Резонатор РК169МА-6BC-38,4625М ОД0.338.017 ТУ			1		
					PCAC.464562.001ПЭЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		2

Схема электрическая принципиальная приемника



ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. Лабораторная работа № 2. Представление перечня элементов к схеме электрической принципиальной по ЕСКД	3
1.1. Цель лабораторной работы	3
1.2. Содержание работы	3
2. Теоретические сведения	3
3. Практическая часть	7
3.1. Выбор постоянных резисторов и их ПУО	8
3.2. Выбор переменных резисторов и их ПУО	11
3.3. Выбор конденсаторов постоянной емкости и их ПУО	13
3.4. Выбор оксидных конденсаторов и их ПУО	16
3.5. Выбор переменного конденсатора и его ПУО	18
3.6. Выбор катушек индуктивности и их ПУО	18
3.7. Выбор выключателя источника питания и его ПУО.....	22
3.8. Выбор электрических соединителей и их ПУО.....	23
3.8.1. Коаксиальная ВЧ розетка XW1 для подключения ВЧ вилки от антенны.....	23
3.8.2. Выбор гнезда для подключения внешнего источника питания	24
3.8.3. Выбор гнезда для подключения телефонов	25
3.9. Выбор светодиода и его ПУО.....	26
3.10. Выбор корпусов диода, транзисторов, микросхемы и их ПУО	26
Заключение.....	27
Библиографический список.....	28
Приложение 1. Пример заполнения перечня элементов.....	29
Приложение 2. Схема электрическая принципиальная приемника.....	31

Конструкторско-технологическая документация в РЭС

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*к выполнению лабораторной работы № 2
для студентов специальности 11.05.01
«Радиоэлектронные системы и комплексы»
очной формы обучения*

Составитель
Худяков Юрий Васильевич

В авторской редакции

Подписано к изданию 12.09.2022.
Уч.-изд. л. 1,7.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84