Тренировочный приёмник для спортивной пеленгации

Описываемый тренировочный приёмник для спортивной пеленгации (далее ТПСП) собран с использованием одной универсальной микросхемы К174ХА10 и двух полевых транзисторов и предназначен для тренировок в сфере так называемой “охоты на “лис” - спортивной радиопеленгации в диапазоне 80 метров. ТПСП выполнен по схеме супергетеродина с одним преобразованием частоты, поэтому не создаёт паразитного излучения в рабочем диапазоне, а, значит, не мешает другим спортсменам при поиске “лис”. Приёмник имеет основную встроенную ферритовую магнитную антенну (МА) и вспомогательную штыревую телескопическую (ША). Автору давно хотелось использовать на благо главный недостаток ИМС К174ХА10 – затягивание частоты местного гетеродина, при воздействии на её вход мощных сигналов, а в конструкциях своих приёмников (в принципе, - для получения этой же возможности) “лисоловы” для ближнего поиска используют отдельные тональные генераторы, управляемые напряжением. Выбор на данную ИМС пал и в силу её неприхотливости к величине напряжения питания, - практически ИМС работает в диапазоне 3…9 В и более (см. [1]), что позволит спортсменам меньше зависеть от выбора и наличия при себе дополнительных батарей на трассе поиска. ТПСП не только некритичен к величине напряжения питания, но и не требует его стабилизации, как, например, известный приёмник HRX80 от PA0HRX [2]. Чувствительность при Uпит = 3 В и выходном напряжении 50 мВ составляет 10 мкВ по электрическому тракту при соотношении сигнал/шум 10 дБ. Соединитель X1 (Рис. 1) служит для подключения низкоомных головных телефонов к приёмнику и одновременного включения его питания. Собранный без ошибок и из исправных деталей приёмник, необходимо настроить. Для этого, включив ГСС и установив на нём частоту (ПЧ) 465 кГц (или другую, например, 455 кГц, 500 кГц - с частотой ФОС – ZF1 и резонатора ZQ1) (без модуляции, только несущую) подключают его через штатный соединительный кабель параллельно резистору утечки цепи затвора полевого транзистора (ПТ) VT2 телеграфного гетеродина (ТГ) ТПСП - R5 (Рис. 1), временно замкнув катушку L10 проволочной перемычкой. Большая ёмкость кабеля ГСС и его низкий выходной импеданс блокируют возникновение генерации в ТГ, даже, если, случайно, контур в цепи стока VT2 окажется настроенным на частоту кварцевого резонатора ZQ1. Расположив рядом с катушкой L9 резонансный волномер, настроив его на 465 кГц, вращают сердечник катушки до регистрации максимума на шкале измерительного прибора волномера. Осторожно увеличивают-уменьшают выходное напряжение ГСС и меняют частоту его настройки выше-ниже, проверяя отсутствие ошибки в настройке. Отключив ГСС, проверяют возникновение генерации в ТГ, если она отсутствует, то, либо неисправен (неактивен) резонатор ZQ1, либо его частота отличается от частоты настройки контура L9C12, в последнем случае, вращая сердечник катушки L9, необходимо получить генерацию в ТГ и добиться максимального напряжения на контуре L9C12. Момент возникновения генерации и максимального напряжения при резонансе, кроме волномера, можно фиксировать и подключенным к стоку VT2 РЧ вольтметром с высоким входным

импедансом, подключенным параллельно резистору R4 вольтметром постоянного тока или, просто, поднося к катушке L9 провод от чувствительного индикатора напряжённости поля или АВО – метра, включенного на один из чувствительных пределов измерения переменного напряжения. В последнем случае, можно настраивать генератор, положив плату с ним на стекло измерительной стрелочной головки АВО-метра, таким образом автор настраивал и спиральные антенны маломощных носимых радиостанций. Далее, к кабелю ГСС подключают бескаркасную катушку связи - 3…5 витков обмоточного провода диаметром 0,6…1,0 мм, намотанных на оправке диаметром 8…10 мм, одевают эту катушку на каркас катушки L8 или располагают вблизи от неё. Движок регулятора R6 устанавливают в среднее положение. Варьируя частотой ГСС, в головных телефонах BF1 получают биения его сигнала с сигналом ТГ, высоту тона которых устанавливают индивидуально (при какой высоте тона комфортнее всего принимать телеграфные сигналы) в пределах 600….1000 Гц. ГСС соединяют с выводом 2 ИМС DA1 через ёмкость – конденсатор 0,01…0,1 мкФ, параллельно телефонам включают милливольтметр переменного тока и, поддерживая выходное напряжение ГСС минимально необходимым для регистрации максимума выходного сигнала (для нейтрализации действия встроенной в ИМС АРУ), настраивают в резонанс выходной контур УПЧ – L8C11. Затем, одев, подключенную к кабелю ГСС катушку связи на стержень МА и увеличив выходное напряжение ГСС, таким же образом, настраивают контур L5C6, но предварительно, варьируя частотой ГСС, нужно найти границы полосы пропускания фильтра основной селекции (ФОС) - ZF1, желаемая высота тона биений, при этом, возможно, изменится. Установив частоту ГСС в середину полосы пропускания ZF1, вращением сердечника катушки L10 (предварительно убрав с неё установленную перемычку), восстанавливают желаемую высоту тона биений (дело в том, что частота, особенно, у дешёвых резонаторов часто не совпадает с указанной на его корпусе, возможно, потребуется подбор резонаторов по частоте, в случае упразднения катушки L10, возможно, вместо катушки L10 придётся применить конденсатор, ёмкость которого следует подобрать, так как, неизвестно, где будет находиться частота резонатора относительно центра полосы пропускания ФОС - ZF1), ещё раз по максимуму настраивают контур L8C11 (корректируют под среднюю частоту полосы пропускания ФОС), по максимуму напряжения ЗЧ на выходе приёмника настраивают контур L5C6, включенный на выходе смесителя. ГСС с катушкой связи, подключенной к соединительному кабелю, остаётся на стержне МА приёмника, но теперь на шкале ГСС устанавливают частоту 3575 кГц. Вращая ротор КПЕ – C10 пытаются принять сигнал ГСС. Затем, варьируя частотой ГСС, определяют частоты (при крайних положениях ротора КПЕ) и диапазон перестройки приёмника, который должен, с запасом по 10…15 кГц с каждого края, быть в пределах 3500…3650 кГц. Если необходимо, вращением сердечника катушки гетеродина - L7 перемещают диапазон приёмника по частоте, а подбором ёмкости конденсатора C9 регулируют его ширину (компенсируя, при этом, расстройку по частоте вращением сердечника катушки L7). Частота гетеродина изменяется с запасом от 3500 – 465 = 3035 кГц до 3650 – 465 = 3185 кГц, при комбинации Fпч = Fсигн – Fгет и от 3500 + 465 = 3965 кГц до 3650 + 465 = 4115 кГц, при комбинации Fпч = Fгет – Fсигн. В данном приёмнике применена первая комбинация, так как, в этом случае, выше стабильность частоты местного гетеродина. Имея в виду наличие в настоящее время фильтров и резонаторов на целый ряд частот в диапазоне 400…500 кГц, можно варьировать и, соответствующие им, частоты гетеродина,

однако, при увеличении частоты ПЧ, вторая комбинация будет работать, с тщательнейшим подбором термокомпенсации в контуре гетеродина, - не выше 4500 кГц, а первая - чревата фатальным сужением диапазона перекрываемых частот, при имеющихся реально емкостях КПЕ, хотя увеличение частоты ПЧ желательно для увеличения подавления сигналов зеркального канала. Подключив, вместо конденсатора С1, градуированный КПЕ, настраиваем контур L1C1 на частоте 3575 кГц по максимальным показаниям милливольтметра на выходе ТПСП, затем, двигая витки катушки L2, по стержню относительно катушки L1 и, компенсируя расстройку контура L1C1 с помощью КПЕ, также добиваемся максимальных показаний прибора на выходе приёмника. Заменяем С1 на постоянный измеренной ёмкости, можно С1 составить и из комбинации постоянного и подстроечного конденсаторов. Закрепив катушки L1 и L2 на стержне магнитной антенны каплями воска, выдвигаем телескопическую штыревую антенну (ША) на всю длину (400…700 мм). ГСС с катушкой на выходе (можно применить, вместо неё, квадратную рамку со стороной 30 см с вертикальной поляризацией), или маячок (Рис. 13…15), располагают уже́ на значительном расстоянии от ТПСП и производят коррекцию положения катушки L3 относительно L1 по максимуму сигнала со штыревой антенны, при нажатой кнопке S1, при этом корпус приёмника должен быть установлен вертикально. Вращая ТПСП вокруг вертикальной оси, оценивают полученную комбинированную диаграмму направленности (ДН), если она не соответствует кардиоидной, приведённой, например, на Рис. 5 для комбинации рамочной и штыревой антенн, то следует поменять местами концы катушки L3 - кардиоидная ДН получается при комбинации сигналов, поступающих от двух, имеющихся в ТПСП антенн, в фазе, каскад УРЧ на ПТ VT1 выполнен по схеме с общим истоком и переворачивает фазу выходного сигнала, относительно входного, на 180º. Кроме этого, сигналы должны быть равными по амплитуде. При недостаточном уровне сигнала от ША, её следует снабдить удлиняющей катушкой (включенной последовательно с ША и настроенной совместно с ней в резонанс). Для точного баланса амплитуд, возможно, придётся включить подстроечный резистор (всё последовательно: ША, удлиняющая катушка, переменный резистор сопротивлением 1 Мом (включенный реостатом или соединённым с общим проводом одним из своих крайних выводов), с движка которого, через разделительный защитный конденсатор (например, тот же С3 на Рис. 1), сигнал подаётся на затвор VT1). Как видно, настройка пеленгационного устройства - дело далеко не простое и от того, насколько тщательно она будет выполнена, зависит точность пеленгования спортивных (и не только) передатчиков, в конечном счёте, удовлетворение от занятия увлекательным видом радиоспорта, каким является спортивная радиопеленгация. Операции по настройке антенного блока лучше всего производить по реальным сигналам вертикальной поляризации, поступающим от специального маячка или тренировочных передатчиков. ***Если будут затруднения с получением "кардиоиды", необходимо, либо поменять местами выводы катушки L3, либо ввести удлиняющую катушку***, ***включив её последовательно со штыревой антенной и настроив в резонанс с ней на частоте 3575 кГц.*** Для тех, кто к настройке относится очень тщательно, можно посоветовать ещё раз "пройтись" по всем контурам, принимая сигнал от ГСС или маячка на расстоянии и с чисто вертикальной поляризацией на частоте 3575 кГц. Параллельно катушке L1 ТПСП, для выравнивания чувствительности в пределах диапазона рабочих частот, можно включить резистор порядка сотни кОм, сопротивление которого следует

подобрать, в противном случае, одну из секций КПЕ С10 следует подключить к катушке L1 и провести сопряжение контуров: входного и гетеродинного, - в этом случае, чувствительность приёмника получится выше, чем при шунтировании резистором. Напоминаю, что все настройки нужно производить при минимальных уровнях входного сигнала, иначе, из-за действия неотключаемой АРУ, настройка будет нечёткой. Схема АРУ встроена в ИМС, полному отключению не поддаётся извне, можно только задержать начало её действия по амплитуде, включив реостатом переменный резистор сопротивлением 47 кОм с вывода 8 DA1 на общий провод; в ТПСП, для упрощения, функции регулятора громкости и порога АРУ совмещены: при перемещении движка потенциометра R6 вниз по схеме Рис. 1, АРУ начинает срабатывать от всё более сильных сигналов, одновременно и выходное напряжение ЗЧ данного сигнала, подаваемого на оконечный УЗЧ уменьшается. Такое схемотехническое решение позволяет, имея минимум ручных регулировок, поддерживать динамический диапазон приёмника достаточно большим, адаптировать его к меняющимся уровням входных сигналов и сохранить, при этом, функциональную пригодность приёмника. Чувствительность ТПСП зависит от затухания сигнала в ФОС, конечно же, этот параметр лучше у кварцевых фильтров, чем у пьезокерамических, но последние имеют меньшие габариты и более дёшевы, как компромисс, мною в подобном приёмнике [1] уже был применён в качестве ФОС, всего, один кварцевый фильтровый резонатор, обеспечивший малую полосу пропускания тракта УПЧ и небольшое затухание сигнала, можно и здесь поступить подобным же образом, благо, что принимать придётся узкополосные телеграфные сигналы, в этом случае, уровень широкополосного шума, проникающий через ФОС будет снижен (отыскать пьезокерамический фильтр с полосой пропускания ỳже 4 кГц, да ещё и с малым затуханием весьма сложно, да к тому же, чем ỳже фильтр, тем больше затухание в его полосе прозрачности). В качестве ФОС можно применить и ЭМФ, как, например, в [3], благо, что они выпускаются сейчас и малогабаритными.

В ТПСП применены полевые транзисторы КП303Е, в низковольтном варианте приёмника (Uпит = 3 В), в качестве VT1 можно применить и КП303А, благо, что включается этот каскад периодически (при достаточно слабых входных сигналах – в начале трассы поиска) и снижение динамического диапазона приёмника, в этом случае, не скажется фатально на работу приёмника. Можно применить и транзисторы КП307 с буквами Г и Е (А – с вышеуказанной оговоркой). Часто параллельно цепи затвора VT1, для защиты от статического напряжения, устанавливают два РЧ диода, включенных встречно-параллельно. В приёмнике можно применить как отечественные, так и импортные детали. Так ИМС DA1 К174ХА10 можно заменить на её полные аналоги: A283D, TDA1083. В качестве ФОС можно применить пьезокерамический фильтр ФП2П-61.01, при изменении частоты ПЧ с 465 на 455 кГц, можно применить импортные фильтры, например, серии SFZ-455. Мощность рассеяния всех резисторов 0,125…0,25 Вт (МЛТ-0,125, МЛТ-0,25 или их аналоги). Переменный резистор R6 – непроволочный, с зависимостью изменения сопротивления от угла поворота оси типа “В”. Оксидные конденсаторы К50-16, К50-35 или их аналоги (С20 – лучше К53-1). С16 – неполярный, ёмкостью 0,47 мкФ, - обеспечивает малое время срабатывания и действия АРУ, что важно для телеграфных сигналов (“быстрая” АРУ). Комбинированная ИМС DA1 содержит УРЧ, смеситель, местный гетеродин, тракт УПЧ, АМ-детектор, предварительный УЗЧ и оконечный УЗЧ, стабилизатор питания, систему АРУ, т. е., фактически, все каскады, необходимые для

построения АМ-приёмника. В нашем случае, необходимо добавить лишь телеграфный гетеродин, усилитель сигнала со штыревой антенны да некоторое количество других навесных деталей. Несколько слов об их назначении: магнитная антенна МА является избирательным звеном на входе приёмника и местом фазировки сигналов от двух антенн в общем ферритовом сердечнике, контур L1C1 – резонансный, высокодобротный, при желании выровнять чувствительность ТПСП по диапазону, его шунтируют резистором, сопротивление которого подбирается, катушки L2 и L3 служат для связи и согласования с ИМС DA1 и транзистором VT1, соответственно. Транзистор VT1 – активный элемент в схеме апериодического (не резонансного) УРЧ сигнала, поступающего от штыревой антенны. Резистор R1 определяет режим работы VT1 по постоянному току, конденсатор C2 устраняет отрицательную обратную связь по току РЧ в каскаде, R2 - утечка цепи затвора транзистора, C3 – переходной для РЧ, разделительный, защитный от постоянного тока. Кнопка S1 с самовозвратом является средством включения режима “кардиоида”, при котором сигналы с двух антенн формируют общую диаграмму направленности с одним максимумом, необходимым для правильного определения направления на передатчик в будущем. Конденсатор C4 соединяет вывод 1 ИМС с общим проводом по РЧ, R3 определяет режим работы УПЧ по постоянному току, фильтр ZF1 служит для селекции сигналов в тракте ПЧ. L4 является катушкой связи с контуром L5C6 – нагрузкой смесителя приёмника. L6 - катушка связи внутреннего гетеродина ИМС с его контуром L7C7C8C9C10. Конденсатор C10 – КПЕ, служащий для перестройки частоты гетеродина по диапазону. Контур L8C11 – выходной для тракта ПЧ, L9C12 – выходной для телеграфного гетеродина (ТГ). Транзистор VT2 – активный элемент в ТГ, R4 – определяет его режим по постоянному току, C13 устраняет ООС по току РЧ в каскаде, R5 – утечка в цепи затвора, ZQ1 и L10 определяют частоту ТГ. C16 – определяет постоянную времени АРУ приёмника, C17…C19 - задают частотную характеристику УЗЧ, резистором R6 регулируют уровень сигнала ЗЧ на входе оконечного УЗЧ и порог АРУ, R7 – нагрузочный на входе оконечного УЗЧ, конденсатор C20 устраняет в нём ООС по переменному току. C15 – разделительный конденсатор в цепи нагрузки оконечного УЗЧ, в нашем случае, это головные телефоны BF1. Дроссель L11, будучи расположенным непосредственно у ИМС, устраняет проникновение РЧ наводок, поступающих с соединительных проводов нагрузки на ИМС, повышает устойчивость работы ИМС. C5, C14 – конденсаторы развязки по цепи питания ТПСП. Соединитель X1 – трёхконтактный, служит для подключения головных телефонов и одновременного включения питания приёмника. За такой подход говорят и факты, которые имели место на зональных соревнованиях. Мне, тогда капитану сборной области и другим спортсменам не местных команд выдавали приёмники (по положению, до старта сдаваемые на хранение), с включенным питанием, забивали траву и мусор в соединители блока антенн с приёмником (тогда, в большинстве своём использовались приёмники-пеленгаторы типа “Лес” и питание у них включалось отдельным тумблёром, а антенный блок соединялся с приёмником с помощью штыревого соединителя с креплением винтами). После старта, спортсмены (или сразу, или по истечении некоторого времени) оказывались один на один с нерабочей техникой, на замену батарей и поиск неисправностей уходило драгоценное время в пользу местной команды, которая и стала победителем. Пусть эти дела останутся на совести устроителей соревнований, но скрытый выключатель питания, всё-таки, в приёмнике иметь

нужно, конструкция приёмника должна быть неразборной, в антивандальном исполнении, защищённой от влаги.

Сигнал передатчика “лисы”, работающий в диапазоне частот 3500…3650 кГц наводится в антенне МА ТПСП, имеющей диаграмму направленности типа “восьмёрка”, т. е., имеющую два резких минимума, выделяется контуром L1C1 и через катушку связи L2 подаётся на вход ИМС DA1 (выводы 6, 7). Усиленный УРЧ сигнал подаётся на смеситель, туда же приходит и напряжение с местного гетеродина, внешний контур которого подключается через катушку связи L6 (вывод 5 DA1). Сигнал разностной (промежуточной) частоты 465 кГц выделяется резонансным контуром L5C6 и, через катушку связи L4, подаётся на ФОС ZF1, а, пройдя его, поступает на вход тракта УПЧ (вывод 2 DA1), усиленный сигнал ПЧ выделяется контуром L8C11, подключенным к выводам 14 и 15 ИМС, здесь же смешивается с сигналом, поступающим с выхода ТГ, подаётся на АМ детектор. Продетектированный сигнал (точнее, биения между усиленным сигналом ПЧ и сигналом ТГ) усиливается предварительным УЗЧ и подаётся на вывод 8 ИМС, где имеется и постоянное напряжение АРУ, через регулятор громкости - резистор R6 сигнал ЗЧ подаётся на вход оконечного усилителя ЗЧ приёмника – вывод 9 ИМС DA1. Усиленный ЗЧ сигнал через антипаразитный дроссель L11 и разделительный конденсатор C15 поступает в нагрузку – телефоны BF1. Перед началом отыскания направления на передатчик, необходимо чётко представлять себе каким минимумом (а их - два) диаграммы направленности МА необходимо пользоваться. Для этого, нажимаем кнопку S1, при этом, на УРЧ, выполненном на VT1 подаётся напряжение питания и усиленный сигнал искомого передатчика, принятый ША поступит в пункт смешения – сердечник МА, образуя с МА комплексную диаграмму направленности “кардиоидного” типа с одним максимумом. Сигналы с антенн фазируются так, что, обнаружив этот максимум, отпускаем кнопку, поворачиваемся вместе с приёмником на замеченный при настройке приёмника угол по азимуту и движемся в направлении выбранного минимума по ДН сигнала до тех пор, пока сигнал передатчика станет очень сильным и минимум диаграммы направленности перестанет определяться обычным способом, дальнейшее обнаружения направления на передатчик (ближний поиск) можно осуществить, пользуясь сдвигом частоты местного гетеродина, чем ближе к передатчику, тем больше его сигнал будет изменять свою частоту - “подплакивать”, а в точке минимума ДН – направлении на передатчик, “подплакивание” будет минимальным, а это позволяет продолжить поиск, “обострив”, таким образом, ДН антенны пеленгатора. При определённом навыке и соблюдении правила приёма на минимальном, достаточном для “засечки” передатчика уровне принимаемого сигнала, можно осуществить поиск передатчика, буквально, с нескольких метров. Другим способом обеспечения возможности ближнего поиска может стать подключение аттенюатора на входе приёмника, выполненного в виде переменного резистора сопротивлением 1 кОм, включенного реостатом, подключаемого параллельно катушке L2. Улучшению ДН может способствовать и намотка двух катушек L1, включаемых параллельно согласно и размещаемых симметрично на стержне МА, относительно его середины, например, как это сделано в [4], настройка входной части приёмника, при этом, конечно же, усложнится, зато пеленг направления, с которого приходят сигналы, из-за компенсации электрической составляющей электромагнитного поля сигналов, будет более чётким, резче минимумы ДН. Улучшение “кардиоиды” можно получить, включив последовательно с ША удлиняющую катушку, настроив их в резонанс на середине (3575 кГц) принимаемого диапазона частот.

Это – так называемые “аппаратные методы улучшения условий поиска”, к “тактическим” относятся засечка всех передатчиков с разных мест на трассе поиска и нанесение азимутальных направлений на них на маршрутную карту района поиска: в местах, соответствующих пересечениям их линий и следует искать передатчики. В инструкциях по эксплуатации пеленгаторов, изготавливаемых промышленностью (а их и настраивают соответствующим образом), рекомендуется сначала определять по минимуму ДН МА ось направления на передатчик, затем, нажав кнопку подключения вспомогательной антенны, определить истинное и ложное направление на передатчик. Истинным будет направление, при котором подключение вспомогательной антенны вызовет увеличение уровня сигнала передатчика, ложным, наоборот, - уменьшение.

Поскольку ТПСП предназначен для тренировок, то выполнен он по упрощённой схеме, без присутствия каких-либо “наворотов” и сервиса. При разработке приёмника, мне постоянно приходилось бороться с желанием добавить чего-нибудь, то тут, то там, с целью улучшения параметров ТПСП, от чего он мог бы быть непомерно сложным. При желании, конструктор сможет сам дополнить приёмник приведёнными в статье доделками и своими собственными “изюминками”. Для увеличения чувствительности приёмника, можно включить на его входе УРЧ, например такой, как в [1], при этом катушку L2 можно упразднить и подключить затвор транзистора дополнительного УРЧ прямо к контуру L1C1. Избирательность ТПСП можно повысить, применив в качестве ФОС ZF1 кварцевый фильтр или ЭМФ [3], включив полосовой фильтр по входу приёмника. Большое затухание в полосе пропускания узкополосных фильтров заставило [1], в качестве ФОС применить фильтровый кварцевый резонатор, что позволило увеличить чувствительность приёмника до 1 мкВ, это можно осуществить и в ТПСП. Там же [1] проверена стабильность частоты ТГ, частота которого, даже на 10,7 МГц, “уходит”, при изменении напряжения питания с 3 до 9 В, настолько незначительно, что меняется только тембр принимаемых SSB сигналов. Для обеспечения наличия в приёмнике фиксированных настроек (например, отдельно под нахождение и фиксацию частот каждого передатчика и простого их переключения в дальнейшем на трассе при поиске), вместо КПЕ или вдобавок к нему, придётся установить варикап с переключаемыми переменными резисторами, однако получить большое перекрытие по ёмкости при низком напряжении питания и низких частотах гетеродина, вряд ли удастся, также возрастут требования к стабильности питающих напряжений, что потребует введения дополнительного преобразователя напряжения для варикапов и стабилизатора напряжения с их тщательной термокомпенсацией, а это отразится и на экономичности пеленгатора. Также, с целью упрощения конструкции, в ТПСП не используется смесительный детектор и отдельный гетеродин, который позволил бы значительно увеличить частоту ПЧ и этим увеличить подавление зеркального канала, а также осуществить вариант гетеродина с использованием варикапов в качестве КПЕ. Нерационально также применение в ТПСП, например, цифровой шкалы для индикации частоты (много “кушает” и удорожает стоимость приёмника), метки частоты настройки приёмника нанесены прямо на ручку, укреплённую на оси КПЕ C10.

Приёмник смонтирован на печатной плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита размерами 70 x 60 x 1,5 мм, фольга со стороны деталей служит, в основном, в качестве экрана. Собранная плата ТПСП размещается в корпусе подходящих размеров из проводящего материала (дюралюминий, фольгированный стеклотекстолит), обеспечивающем приёмнику внешний экран и защиту от

механических и климатических воздействий. Питание приёмника лучше всего производить напряжением 4,5…6 В (достаточно экономично, при приемлемом динамическом диапазоне и имеется запас на разрядку элементов питания, - приёмник начинает работать с 2,7…3,0 В). Этому условию удовлетворяют батареи, например, из элементов АА (316) – 3…4 штуки, или 4…5 аккумуляторов, такого же размера, соединённые последовательно. Время работы приёмника от батарей типа “Крона”, “Корунд” или аккумулятора “Ника” будет явно меньше, ввиду их меньшей ёмкости и бóльшего напряжения питания, при котором приёмник потребляет и большую мощность. Батарея питания ТПСП располагается в нижней части корпуса (ниже печатной платы). Корпус ТПСП, по внешнему виду, подобен приведённому на Рис. 10.

Обычно приёмники для спортивной радиопеленгации выполняют с использованием микросхем К174ХА2 (TCA440), например, [2], однако, в этом случае, потребуется дополнительный УЗЧ, в [2] применён ещё и отдельный стабилизатор напряжения, для обеспечения режима “ближний поиск”, в этом случае, придётся вводить и тональный генератор, управляемый напряжением, от этого удалось избавиться в представляемом ТПСП.

На выходе приёмника подключаются головные телефоны BF1 сопротивлением 8…32 Ом с удобным оголовьем. Трёхполюсный штекер телефонов распаивается согласно принципиальной схемы и может быть любой конструкции, например, ОНЦ или “джек” - стерео, центральный контакт которого в гнезде соединяется с выходом приёмника, оставшиеся два трубчатых контакта штекера спаиваются между собой и соединяют минусовой полюс источника питания с общим проводом в гнезде соединителя X1 (Рис. 1). Катушка L6 содержит 12 витков провода ПЭЛШО-0,18, она намотана поверх L7, которая намотана на каркасе диаметром 5 мм с ферритовым подстроечным сердечником и имеет 35 витков такого же провода. В ТПСП применены, в основном, малогабаритные детали, чтобы некоторые из них не выбивались из сего ряда и регулировочные и коммутационные компоненты следует брать малогабаритными, однако, без ущерба для надёжности. Например, отечественные кнопки МП-7, в моей практике, менял очень редко, по отношению к МП-12, которые, то и дело, ломались. К таким кнопкам нужно ещё и изготавливать толкатели. В последнее время в продаже есть и в большом ассортименте, полнокомплектные кнопки зарубежного производства, например, DO-2, DS-314 и т. п. Для обеспечения большей жёсткости и надёжности конструкции пеленгатора, необходимо все регулировочные (кроме КПЕ С10) и коммутационные органы устанавливать на его корпусе, устранив, таким образом, всякие деформации печатной платы ТПСП. Вопросы теории пеленгации, тактики поиска передатчиков подробно рассмотрены, например, в [5, 10].

Некоторые разновидности конструкций приёмников-пеленгаторов на диапазон 80 метров, как недавнюю историю, хотелось бы привести:

“Лес – 3,5”. Приёмник радиопеленгатора собран на 10 транзисторах по супергетеродинной схеме с одним преобразованием частоты. Он рассчитан на приём АМ и, при включенном телеграфном гетеродине, - CW сигналов в диапазоне частот 3,45…3,7 МГц. Чувствительность приёмника в режиме АМ, при соотношении сигнал/шум равном 3 : 1, не хуже 3 мкВ, в режиме - CW – 2,5 мкВ. Чувствительность приёмника по напряжённости поля в телефонном режиме – не хуже 30 мкВ/м. Корпус приёмника металлический литой. Рамочная антенна выполнена из алюминиевой трубки диаметром 10 мм, в которой проложены провода катушки входного контура, штыревая вертикальная антенна выполнена

из стального профиля – ленты длиной 400 мм. Диаметр рамочной антенны 300 мм. Габариты приёмника с выступающими частями 322 х 115 х 54 мм, масса действующего пеленгатора 1,1 кГ. Источник питания – аккумуляторная батарея 7Д-01 (ныне заменена батареями 7Д-0,115, “Ника”) или гальванические батареи “Крона”, “Корунд”, потребляемый приёмником ток не превышает 15…18 мА. На Рис. 8 приведён эскиз внешнего вида приёмника “Лес – 3,5”. В более поздних моделях внизу корпуса располагалась подвижная головка с дополнительным средневолновым приёмником, имеющим магнитную ферритовую антенну, - так называемый радиокомпас. Спортсмен, настроив этот приёмник на частоту местной радиовещательной станции и повернув головку до совпадения минимумов принимаемого сигнала на эту станцию и на искомый передатчик, мог сохранять направление движения в паузах его работы, переключившись на постоянно действующий сигнал РВ станции.

Радиопеленгатор “Лис – 3,5” предназначен для пеленгования радиосигналов в телеграфном режиме в диапазоне частот 3,5…3,7 МГц. Его чувствительность по напряжённости поля не хуже 50 мкВ. Приёмник выполнен по супергетеродинной схеме с одним преобразованием частоты и содержит 10 транзисторов. Имеет электронную перестройку частоты гетеродина и РЧ контуров. Смонтирован в штампованном металлическом корпусе, жёстко скреплённом с рукояткой пистолетного типа, в которой размещена батарея питания типа “Крона”. К торцу корпуса приёмника крепится рамочная антенна, состоящая из согнутой в кольцо дюралюминиевой трубки (защитного экрана) диаметром 6 мм с изоляционным разрезом в верхней средней его части, внутри трубки проложен один виток провода, служащий, собственно, антенной. Диаметр рамочной антенны 300 мм. Штыревая антенна длиной 700 мм состоит из дюралюминиевой стойки и стальной спицы. Приёмник потребляет ток не более 18 мА. Масса пеленгатора 800 Г. Внешний вид пеленгатора “Лис-3,5” приведён на Рис. 9.

Радиопеленгатор “Алтай – 3,5” отличается от других, в основном, тем, что имеет рамочную антенну, внутри которой диаметрально размещён корпус приёмника, что повышает компактность аппаратуры спортсмена. Дополнительная вертикальная антенна выполнена из стального профиля, что позволяет антенне снова занимать своё положение и принимать присущую ей форму после механического контакта с препятствием, например, веткой дерева, кустарником.

Радиоприёмник-пеленгатор “Greif- 3,5” (FPE-80) - Рис. 10 , - производства ГДР, предназначен для пеленгования сигналов передатчиков в телеграфном режиме в диапазоне частот 3,5…3,8 МГц. Приёмник выполнен по супергетеродинной схеме на двух ИМС (A244D и A211D) и одном транзисторе (BF225). Его чувствительность составляет не хуже 2 мкВ (электрический тракт), при соотношении сигнал/шум 10 дБ. Напряжение источника питания 6 В (4 элемента R6, AA, 316). Масса приёмника - всего 550 г. Приёмник размещён в брызгозащищённом корпусе и имеет удобное размещение органов настройки, позволяющие спортсмену эксплуатировать приёмник одной рукой. В этом приёмнике, в отличие от Рис. 8 и Рис. 9, вместо рамочной, применена магнитная антенна с ферритовым сердечником. Ещё некоторые данные по этому приёмнику: в тракте ПЧ, в качестве ФОС применён пьезокерамический фильтр SPF455-H5, катушка магнитной антенны намотана литцендратом в шёлковой изоляции на ферритовом стержне диаметром 10 мм и длиной 145 мм, катушка содержит 28 витков, намотка виток к витку без шага, длина намотки 25 мм, катушка связи – 3 витка такого же провода, - намотана поверх контурной (марка провода и материала сердечника МА неизвестны). МА размещена в антенном блоке (Рис.

10), представляющем собой полую пластмассовую фигурную коробку, состоящую из двух половин, сложенных по оси стержня МА. Внешние размеры антенного блока: длина - 160 мм, длина средней части - 70 мм, ширина средней части – 40 мм, толщина – 35 мм. Для лучшего скрепления цилиндрических частей корпуса антенного блока, на них с усилием одеты кольца шириной до 20 мм из полиэтиленовой трубки. Перед сборкой соприкасающиеся поверхности корпуса антенного блока смазаны клеем для устранения попадания влаги внутрь приёмника. Для этой же цели все регулировочные органы и части корпуса имеют уплотнения, а коммутационные изделия защищены резиновыми колпачками. Вспомогательная антенна имеет форму булавки с колечком, которая ввинчивается в фигурный антенный ввод, форма антенны обусловлена требованиями безопасности при эксплуатации, - конец тонкого стального прутка (длина порядка 300 мм) может нанести существенные травмы как самому спортсмену, так и окружающим. Такая антенна жёсткой конструкции не всех устраивает, многие спортсмены предпочитают использовать “убирающиеся” вертикальные вспомогательные антенны, например, телескопические. Эти данные, безусловно, пригодятся конструкторам собственных пеленгаторов.

Магнитная антенна, по существу, является разновидностью рамочной антенны с ферромагнитным сердечником. Рамка заменяется катушкой индуктивности, внутрь которой помещается ферритовый сердечник с достаточно высокой магнитной проницаемостью. Величина ЭДС, наводимой в магнитной антенне, зависит от её положения в пространстве. В том случае, когда плоскость рамки (не путать с ферритовым стержнем МА, ось которого направлена на 90º относительно плоскости рамки) перпендикулярна плоскости фронта волны, магнитные силовые линии пронизывают витки катушки рамки, возбуждая в ней ЭДС. ЭДС в рамке будет равна нулю, если её повернуть на угол 90º по вертикальной оси, так как, теперь, магнитные силовые линии поля будут совпадать с плоскостью рамки, не пронизывая её. За один оборот рамки вокруг её вертикальной оси обнаруживается два плавных максимума и два резких минимума, дающих диаграмму направленности (ДН) в виде “восьмёрки”, следовательно, ДН магнитной ферритовой антенны такая же, как и у рамочной (кстати, рамочная антенна также относится к “магнитному” типу антенн, отличие её от ферритовой, кроме габаритов, заключается в большей чувствительности её к электрической составляющей поля, в ферритовой антенне (из-за малых размеров), да ещё и с симметричной намоткой её катушки, влияние электрической составляющей сведено к минимуму). Благодаря размещению ферритового сердечника внутри катушки магнитной антенны, существенно возрастает магнитный поток, пронизывающий её витки. На эффективность ферритовой МА оказывает влияние добротность её катушки, а также потери в феррите. Важнейшей характеристикой ферромагнитных материалов является их магнитная проницаемость - μ, характеризующая возрастание магнитного потока в сердечнике, по отношению к внешней среде. Коэффициент, показывающий во сколько раз возрастает магнитный поток, при внесении сердечника, называется эффективной проницаемостью - $\mu_{эфф}$. Эффективная проницаемость меньше проницаемости сердечника - μ, поскольку магнитные силовые линии замыкаются не только через сердечник, но и проходят через среду. Для уменьшения рассеяния магнитного потока катушку магнитной антенны изготавливают в виде удлиненного соленоида. Во сколько раз возрастает магнитный поток, при введении сердечника в катушку, во столько раз увеличивается и ЭДС в ней. Действующая высота МА будет, при этом, равна:

$$H_{дм} = \mu_{эфф} \frac{2\pi}{\lambda} NS, \text{ где}$$

$H_{дм}$ – действующая высота антенны, м;
$\mu_{эфф}$ – эффективная магнитная проницаемость;
λ – длина волны, м
N – количество витков катушки магнитной антенны;
S - площадь сечения ферритового стержня

На действующую высоту антенны влияет также длина намотки катушки и соотношение диаметра катушки с диаметром сердечника. Увеличивая $\mu_{эфф}$ сердечника, площадь его сечения, число витков и длину катушки, при заданных значениях длины волны и отношений диаметров катушки и сердечника, можно значительно увеличить действующую высоту магнитной антенны.

Если сравнивать рамочную и ферритовую магнитные антенны, то первая, при достаточно большом диаметре позволяет получать бóльшую ЭДС, чем вторая, но более подвержена “наводкам” со стороны электрической составляющей поля, ухудшающей ДН, необходимой в идеале для пеленгации. Её внушительные размеры создают неудобства на трассе поиска в густом лесу, кустарнике. Напротив, ферритовая МА имеет малые габариты, при симметричной намотке катушки [4], реагирует только на магнитную составляющую поля. Плоскость (по аналогии с рамкой) её катушки направлена перпендикулярно оси ферритового сердечника, следовательно, минимумы ДН (“восьмёрки”) будут находиться на линии, проходящей через искомый передатчик и ось ферритового сердечника МА пеленгатора. Поскольку минимумов у ДН – два, истинное направление на передатчик определяется в два этапа: подключением к МА дополнительной (ненаправленной, имеющей круговую ДН) штыревой антенны, сигнал передатчика от которой должен приходить в фазе с сигналом МА и иметь равную с ним амплитуду, таким образом, сначала получаем суммарную ДН – “кардиоиду”, имеющую один максимум (если пеленгатор настроен так, как показано на Рис. 5). Сориентировав пеленгатор (ТПСП) на максимум сигнала (особо точный пеленг здесь не нужен, главное – определить каким минимумом “восьмёрки” предстоит воспользоваться в дальнейшем, это является и поводом к упрощению входной части ТПСП), отпускаем кнопку S1 (Рис. 1), поворачиваемся вместе с приёмником на 90º вправо и по минимуму ДН направляемся в сторону расположения передатчика см. Рис. 5, где штрих - пунктирной линией обозначено направление оси ферритового сердечника МА. Вышеизложенное следует обязательно проверить до выхода на трассу при настройке приёмника и быть уверенным на 100 % каким минимумом ДН МА необходимо пользоваться для поиска передатчиков. Настройка пеленгатора на “кардиоиду” должна осуществляться на открытом месте, вдали от ЛЭП, зданий и других переизлучающих преград. Маячок или штатный передатчик располагаются при настройке на расстоянии 100…150 метров от пеленгатора. После проверки симметричности ДН МА, подключаем вспомогательную антенну и проверяем приход сигналов с различных направлений. ДН должна соответствовать приведённой на Рис. 5, сердечник МА расположен здесь по осевой линии, рамку следует считать здесь как катушку МА.

Длина винтов с головкой “впотай” для крепления КПЕ С10 не должна превышать 4 мм, иначе, произойдёт “заминание” пластин конденсатора.

В качестве ГПД для приёмника можно использовать синтезаторы частоты как например в [11,12], однако, это повлечёт за собой увеличение энергопотребления,

усложнение конструкции и увеличение стоимости приёмника, хотя стабильность частоты настройки, в случае применения синтезатора, несомненно, возрастёт.

Полоска удалённой фольги у места размещения МА на плате ТПСП служит для устранения замыкания витка экрана из полоски медной фольги, которая выгнута в виде латинской буквы “U” и припаяна одной стороной к фольге платы со стороны установки деталей, другой к фольге платы со стороны проводников, образуя электростатический экран для МА, улучшающий ДН антенны за счёт экранирования МА от электрической составляющей поля (той же благородной цели служит и отвод от середины катушки L1, поэтому она наматывается двойным проводом, слегка скрученным; после намотки, конец одной полуобмотки соединяется с началом другой и припаивается к общему проводу согласно схеме на Рис.1). Минимальная ширина экрана на 10 мм должна превосходить длину намотки катушки L1 (вплоть до ширины платы) и симметрично располагаться над ней. Экран выгибается на подходящей цилиндрической оправке диаметром 15 мм. Следует отметить, что фольга экрана вместе с ёмкостью фольги с двух сторон платы образуют паразитный УКВ резонансный контур, такие контура с входными (DA1) и выходными (VT1) емкостями образуют и катушки L2 и L3, соответственно. Однако, материал феррита МА для них слишком низкочастотен, добротность вышеупомянутых контуров будет низкой и их “отклик” на внешнее возбуждение с резонансными частотами окажется мизерным, неспособным нарушить работоспособность ТПСП. Кроме того, прямое прохождение сигнала, в этом случае, исключается балансным смесителем DA1 и настройкой УПЧ на частоты, далеко отстоящие от частот УКВ диапазона. Другое дело – проникновение сигналов с частотой ПЧ, их ослабление зависит от добротности входного контура L1C1, чем она выше, тем сильнее подавляется в ТПСП сигнал с частотой ПЧ. Кроме того, международными соглашениями обусловлено неприменение (в мирное время) передатчиков с частотами стандартных ПЧ и введены охранные зоны вблизи этих ПЧ.

Ферритовый стержень МА крепится на верхнем крае платы со стороны установки деталей. Сначала на стержень симметрично с обоих концов у краёв платы производится намотка ПВХ изолентой, с таким расчётом, чтобы МА “легла” на плату с зазором между катушкой L1 и фольгой платы 2…5 мм. Затем стержень МА привязывается к плате провощёнными нитками через имеющиеся отверстия (Рис. 2, 3).

Ряд отверстий на плате у конденсатора C25 предназначен для установки этого конденсатора различных типов и размеров.

В зависимости от собственной частоты резонатора ZQ1 (экземпляр которого с нужной частотой можно и подобрать при настройке, если есть из чего подбирать), вместо катушки L10, служащей для увода частоты ТГ вниз, может быть установлен конденсатор для увода частоты ТГ вверх или проволочная перемычка, если частота ТГ Вас устраивает (разность между средней частотой полосы пропускания ФОС ZF1 и частотой ТГ составляет 600…1000 Гц, т. е., удобна для приёма биений на слух). Предельные частоты увода частоты ТГ, до срыва генерации, которая происходит при чрезмерном увеличении индуктивности катушки или чрезмерном уменьшении ёмкости конденсатора, включаемых последовательно с резонатором ZQ1, составляют 1…2 кГц. Катушка L10 может представлять собой и дроссель (например, типа Д-0,1), индуктивность которого нужно будет подобрать по требуемой частоте генерации ТГ. Самодельный дроссель можно намотать на гладком подстроечном ферритовом сердечнике с

проницаемостью 400…1000. Возможно: размещение L10 в малогабаритном горшкообразном ферритовом сердечнике, применение катушек от стандартных фильтров ПЧ, в том числе и импортных, например, фирмы “TOKO”.

Развязывающие конденсаторы С22…С24 припаяны на плате ТПСП со стороны печатных дорожек, тот же способ монтажа можно применить и для контурных конденсаторов С6, С11, С12, если возникает затруднение с их размещением на выводах катушек со стороны установки деталей, тем более, что так удобнее производить подбор деталей, например, при настроечных операциях. Возможно применение компонентов для поверхностного монтажа (SMD). Конденсатор С26 припаян непосредственно к соединителю X1 и является частью антипаразитного фильтра L11C26.

О фильтрах ПЧ следует отозваться особо: конечно, желательно иметь их особо узкополосными, что потребует уменьшения ёмкости конденсаторов С6, С11 (Рис. 1), однако, при этом, придётся увеличивать индуктивность катушек L5 и L8, соответственно, - это приведёт к увеличению их габаритов, трудоёмкости их изготовления. Если есть возможность приобрести готовые малогабаритные ФПЧ на промежуточные частоты 455 (импортные) или 465 (отечественные) или взять их от выведенных из эксплуатации приёмников, то постройка ТПСП намного упростится. Самостоятельное изготовление ФПЧ связано с особой тщательностью намотки большого количества витков очень тонкого провода, возможно, - литцендрата (жгута, состоящего из нескольких проводников малого диаметра (например, 0,05 мм х 12)), каждый проводник которого нужно обязательно припаивать. Сердечники катушек ФПЧ должны обладать достаточной магнитной проницаемостью для обеспечения приемлемой их добротности, перестройки индуктивности в достаточно большом диапазоне и уменьшения количества витков катушки контура ФПЧ. Для этих же целей применяют помещение катушек ФПЧ внутрь горшкообразных сердечников, которые, благодаря своей замкнутости, обеспечивают и экранировку катушек. На практике, необходимо, сначала определить на каких частотах работал ФПЧ (встречаются ФПЧ, например, на 10,7 МГц и другие), затем, аккуратно выпаяв его (как правило, ФПЧ боятся нагрева, жёсткие выводы катушек, при этом, выдёргиваются из материала каркаса и отрываются от провода катушки), следует проверить катушку на обрыв, если всё в порядке, то впаивают ФПЧ в схему ТПСП и подав на вход тракта ПЧ испытательный сигнал, сначала, на вывод 2 DA1 через ёмкость 0,01…0,1 мкФ, затем, как описано выше, на вывод 4 DA1 (через ёмкость в несколько пФ),_ или, увеличенный по амплитуде, - на вывод 6 DA1, через ёмкость 0,01…0,1 мкФ, относительно корпуса приёмника, т.е., второй (земляной) провод от ГСС или маячка должен быть соединён с “массой” ТПСП или с катушкой связи ГСС, одетой на стержень МА - без контакта шасси ГСС с общим проводом ТПСП. Параллельно катушке ФПЧ подключается градуированный КПЕ, и, по максимуму выходного сигнала приёмника, определяется необходимая ёмкость, которую нужно подключить к катушке для обеспечения настройки ФПЧ на промежуточную частоту, например, 455 или 465 кГц, убрав КПЕ, на его место впаивают конденсатор постоянной ёмкости с номиналом, соответствующим определённому. Конечно, таким же образом, следует подобрать и ёмкость конденсатора С12, поскольку в качестве L9, также, можно применить готовый ФПЧ. ФПЧ почти всегда экранируют и внутри экрана, кроме катушки, может оказаться и конденсатор (тогда) С6, С11 и С12 не придётся подбирать, после установки в схему ТПСП, лишь нужно будет, при настройке, покрутить сердечники ФПЧ. При отсутствии средней точки – отвода на катушке (L8),

можно подать напряжение питания на неё через РЧ дроссель (дроссели) с индуктивностью 500 мГн на вывод 15 DA1, что, однако, следует делать только в случае крайней необходимости, можно также соединить выводы 14 и 15 DA1 между собой и через резистор в 2 кОм с “плюсом” источника питания, но это чревато уменьшением чувствительности и избирательности приёмника, несмотря на то, что эти параметры зависят и от других факторов, например, от параметров ФОС - ZF1. Данные катушек ФПЧ фирм ТОКО, Componex, входящих в набор “Filter Kit RHN(C)” для ПЧ – 455 кГц такие: ФПЧ RHCS-1A7607AQH контурная катушка: выводы 1-2-6 – 100 + 46 витков провода диаметром 0,09 мм, катушка связи: выводы 3-4 – 18 витков того же провода – можно использовать вместо катушек L5 и L4 ТПСП, соответственно. Ёмкость конденсатора С6 будет находиться для ПЧ = 455 кГц в пределах 260….280 пФ, для ПЧ = 465 кГц – 240…270 пФ. ФПЧ (из того же набора) RHNS-1A7608AZP выводы 3-4 и 6-1 содержит по 72 витка провода диаметром 0,09 мм. Для получения среднего вывода L8 ТПСП, выводы ФПЧ 4 и 6 спаиваются друг с другом. Ёмкость конденсатора С11 будет иметь те же значения, что и в первом случае. В качестве L9 можно использовать как первый, так и второй ФПЧ (не используя отводы). Другие данные по ФПЧ можно взять из, например, [14] (в горшкообразных сердечниках от приёмника “Сокол” 110 витков провода диаметром 0,08 мм, при подключенном параллельно конденсаторе 510 пФ и ПЧ = 465 кГц). Для не желающих “много мотать”, ёмкость конденсаторов в ФПЧ можно увеличить до 2000 пФ, что скажется, однако, на чувствительности приёмника. L11 – 7 витков провода ПЭВ-2 0,41 мм на оправке диаметром 4 мм, внутрь можно вставить ферритовый сердечник от входных контуров ДВ-СВ приёмников, зафиксировав его клеем, воском, парафином. Этот антипаразитный дроссель может иметь широкий разброс моточных данных, например, быть намотанным на ферритовой антипаразитной “бусине” проводом диаметром 0,31 мм и иметь 10…12 витков, может быть намотан на кольце из феррита 2000НН….1000НН диаметром 5…10 мм и содержать 10 витков провода 0,41. В простейшем случае, можно упразднить L11, впаяв вместо дросселя проволочную перемычку. Катушку магнитной антенны можно наматывать одиночным обмоточным проводом или литцендратом, в зависимости от диаметра стержня и его материала количество витков этой катушки будет варьироваться от 25 до 35 витков. Намотав L1, можно подобрать ёмкость конденсатора С1, отличной от указанной на схеме Рис. 1 до получения резонанса на частоте 3575 кГц, причём, увеличение ёмкости расширяет полосу пропускания контура L1C1, увеличивает равномерность передачи сигналов по диапазону, но снижает чувствительность приёмника и наоборот, - при уменьшении ёмкости С1.

Изолятор ША крепится на верхней торцевой стенке корпуса приёмника. Его смещение относительно центра корпуса, вплоть до небольшого выноса за его пределы, не скажется на общей (“кардиоидной”) диаграмме направленности из-за достаточно большой длины волны рабочего диапазона. Если ША – телескопическая, то в рабочее положение, для наибольшей эффективности, следует её приводить, выдвигая полностью, при этом, для хранения ША в нерабочем положении, в приёмнике следует предусмотреть место, огородив его от остальных деталей толстостенной ПВХ трубкой, т.е., в неё будут входить вдвигаемые коленья ША. Длина ША над корпусом ТПСП должна быть 30…70 см, меньшая - неэффективна, с ней будет трудно получить “кардиоиду”, с большей – неудобно обращаться на трассе поиска. Изолятор для ША можно изготовить из фторопласта (тефлона), винипласта, оргстекла, стеклотекстолита,

при отсутствии, можно применить даже сухое дерево, проварив его в воске, парафине. Для подвижного контакта с ША можно применить подходящую по диаметру втулку оси потенциометра, особенно, старого типа, так как тогда они изготавливались из сплавов, содержащих медь. Можно применить и современные, например, контакт общего провода от соединителя типа “JACK” и т. п. Колено штыря антенны с самым большим диаметром (нижнее) необходимо немного распереть изнутри бородком, с тем расчётом, чтобы оно плотно фиксировалось во втулке, при полном выдвижении ША и легко скользило на остальном его протяжении. Небольшая развальцовка трубки этого колена или напайка не позволит выдернуть ША полностью из втулки. Ко втулке припаян вывод конденсатора С3, являющийся соединительным звеном между монтажной платой ТПСП и ША. Можно изготовить ША и неубирающейся, например, из спицы достаточной длины или стальной проволоки, лучше с покрытием, на конце антенны обязательно следует выгнуть кольцо диаметром 30…40 мм в целях исключения травматизма, кроме того, ёмкостная нагрузка на конце ША повышает её эффективность. Можно изготовить ША и из стальной профилированной ленты, позволяющей восстанавливать свою форму после механических воздействий. Верхний конец ША, в этом случае, должен быть скруглён, на него должен быть одет резиновый защитный колпачок. Если предполагается поиск только с МА (вводная для тренировки - “сломана” ША или при отсутствии ША вообще), чтобы определить истинное направление на искомый передатчик, необходимо сделать, минимум две “засечки” с разных мест трассы поиска, нанести пеленги на карту и на их пересечении обнаружится местонахождение “лисы”. Истинное направление на “лису” становится ясным, а путь к ней укажет минимум в ДН ТПСП.

При применении в качестве ZF1 пьезокерамического фильтра, например, SFZ455A (при ПЧ = 455 кГц), его средний (общий) вывод соединяется перемычкой, например, с выводом 3 DA1, или, подогнутый под углом 90º, - с фольгой платы со стороны установки деталей, при установке сюда же кварцевого резонатора, средний вывод за ненадобностью не используется. Для фильтров другой конструкции потребуется небольшая коррекция рисунка платы.

В верхнем левом углу платы (Рис. 3) имеется достаточно свободного места для размещения УРЧ, например, как в [1], с целью увеличения чувствительности приёмника, примерно, на порядок. При этом, упраздняется катушка L2, затвор полевого транзистора УРЧ соединяется непосредственно с катушкой L1. Дальнейшее увеличение чувствительности приёмника возможно, но лучше тогда перейти с ферритовой антенны на рамку, конструктивные данные которой можно почерпнуть из литературы или публикаций в Интернете.

Корпус для ТПСП можно изготовить из полосок фольгированного стеклотекстолита, но помните, что вокруг МА не должно образовываться короткозамкнутого витка, на всех образующих корпуса у МА необходимо сделать зазор, удалив полоску фольги.

Вспомним, что некоторые пластмассы термопластичны. Защитный кожух для МА лучше всего изготовить из толстой (толщина стенок не менее 5 мм, а внешний диаметр равен толщине корпуса приёмника - 30…35 мм) полиэтиленовой трубки, чтобы избежать деформации и поломки ферритового стержня при механическом воздействии. Заварив внешние концы двух отрезков трубки “заплаткой” из идентичного материала (“развернув” часть трубки и прогрев материал для придания ему плоской листовой формы),с длиной, достаточной для упрятывания концов ферритового стержня, выходящих за пределы корпуса

приёмника, привариваем к каждой трубке по основанию, всё из того же материала, одев его отверстием на незаглушенный конец трубы. В основании просверливаем крепёжные отверстия и приворачиваем колпаки (а их - два) к корпусу приёмника, где по месту просверлены отверстия и изнутри установлены (припаяны) гайки (См. Рис. 12). За общий вид ТПСП, при этом, можно взять приёмник “Greif” (Рис.10). Другим способом может быть литьё кожуха МА (при креплении её на изоляторах, вне корпуса приёмника, - к его торцевой стенке) из двух половин (по оси ферритового стержня), охватывающих корпус приёмника вместе с антенной, например, как на Рис. 10 из материала, имеющегося в продаже в виде стержней “клея” для термопистолетов, можно использовать и внутреннюю изоляцию коаксиального кабеля. Форму для заливки изготавливают из металла с большой удельной теплоёмкостью (например, медь и её сплавы) или, просто, из металла с большой толщиной стенок, обеспечивают “массивность”. Нагрев следует производить на “закрытом” огне до полного превращения твёрдого полиэтилена в жидкость, чтобы снизить трудозатраты на выборку места под корпус и ферритовый стержень (которого кожух в рабочем положении не должен касаться), можно изготовить и вторую часть литейной формы, которая должна чётко фиксироваться относительно первой и по форме и размерам представлять собой зеркальное объёмное отражение желаемой внутренней выборки половины кожуха. Можно, конечно заливать в разъёмную форму уже расплавленный полиэтилен через отверстие или вычислить необходимый объём полиэтилена, поместить его настроганным внутрь формы и, нагревая, ждать результата. В любительских условиях лучше, проследив за полным расплавлением полиэтилена в нагреваемой половине, накрыть её нагретой второй выпуклой частью, соблюдая фиксацию её положения (соединить пуансон с матрицей) и оставить до остывания. Выемка штампованного изделия может составить определённую трудность, поэтому экспериментально, перед ответственным литьём нужно подобрать материал для смазки формы, такой, чтобы он не смешивался с полиэтиленом, не горел при нагревании и не ухудшал форм отливки. Готовые половинки (а они должны быть строго симметричными, иначе, не сойдутся), подгоняются под корпус и между собой без зазоров, контактирующие поверхности смазываются клеем, на “рожки” МА одеваются кольца из ПХВ (или полиэтиленовой) трубки шириной до 30 мм, или, просто, заматываются ПХВ изолентой.

На плате ТПСП, для повышения устойчивости его работы, со стороны деталей установлены экраны (Рис. 3). На совокупность экранов сверху наложена крышка из белой жести (Рис.12), припаянная к экранам по периметру точками через 10…15 мм. Экраны можно не устанавливать (кроме одного, отделяющего МА), если применяются стандартные ФПЧ, имеющие собственные экраны и при настройке не возникает проблем (например, появляется самовозбуждение), при этом и крышка (Рис. 11) окажется ненужной, с экранировкой от внешних сигналов успешно справляется и металлизированный корпус приёмника. В любом случае, настройку ТПСП удобнее производить при отсутствии экранов, кроме отделяющего МА (который является обязательным), и, по мере необходимости, устанавливать остальные.

Между платой ТПСП и батарейным отсеком в корпус приёмника впаяна перегородка, повышающая его жёсткость. С учётом установки в батарейный отсек четырёх гальванических элементов типа АА (316) с контактной арматурой, длина корпуса ТПСП не превысит 140…150 мм, ширина (без учёта МА) – 65…70 мм, толщина - 30…35 мм. Плата ТПСП устанавливается в свой отсек корпуса на

стойках или фиксируется по периметру отсека корпуса приёмника каплями припоя (пайкой).

В качестве SA1 можно применить отечественные кнопки на основе модуля МП-7 или импортные DO-2 или DS-314.

На плате ТПСП имеется ряд экранов, пространство между которыми закрыто сверху общей крышкой из белой жести, эскиз которой приведён на Рис. 11. Верхний (по эскизу) край крышки припаивается (в средней части платы (Рис. 3)) к экрану, отделяющему МА от остальной части приёмника, нижний, при этом, - упрётся в перегородку, отделяющую плату ТПСП от отсека батареи питания.

Маячок для настройки ТПСП по полю, при отсутствии ГСС или в дополнение к нему, может быть выполнен с использованием одного ПТ с кварцевым резонатором в качестве частотозадающего элемента (Рис. 13…15). Маячок, будучи, заключённым в металлический коробчатый корпус, вместе с источником питания, имеет небольшие габариты и может служить источником сигнала, силу которого можно менять, приближая или удаляя маячок от объекта настройки, меняя длину, применяемой с маячком, антенны. При совместном применении манипулятора и полноразмерной (или укороченной с удлиняющей катушкой) антенны, маячок может служить в качестве “лисы” в ближней зоне поиска (до нескольких сот метров). Частота маячка выбрана близкой к середине рабочего диапазона ТПСП и обусловлена частотой кварцевого резонатора, который имеется в широкой продаже – 3579 кГц (многие предлагают настраивать пеленгаторы ближе к началу диапазона, на частоте 3550 кГц). Принципиальная схема маячка приведена на Рис.13. Такая схема маячка выбрана потому, что позволяет сильнее связать контур кварцевого генератора с антенной, без риска большого ухода частоты генерации. Кроме того, такой маячок неприхотлив к напряжению источника питания: его снижение с 9 до 3 вольт скажется только на выходной мощности сигнала маячка, тогда как его частота будет, практически, неизменной. Маячок послужит и калибратором: калибрационную точку с частотой 3579 кГц можно нанести на шкалу ТПСП, при отсутствии, например, ГСС. Для настройки УПЧ ТПСП можно применить такой же генератор как в маячке, использовав кварцевый резонатор на частоту ПЧ (400…500 кГц, в зависимости от выбранной ПЧ), увеличив, примерно, втрое-четверо количество витков катушки L1 и ёмкости конденсаторов C2, C3. Поскольку контур L1C2C3, для обеспечения режима генерации, должен быть настроен на частоту кварцевого резонатора, то его необходимо настроить. Включив АВО-метр (“тестер”) на самый чувствительный предел измерения переменного тока, подключаем один провод тестера к гнезду антенны (XW1) другой – к корпусу (общему проводу) маячка. Включив питание маячка, вращая ферритовый подстроечный сердечник катушки L1 диэлектрической отвёрткой, добиваемся появления отклонения стрелки АВО-метра и максимального его значения. Если все детали маячка исправны, монтаж и намотка катушки L1 выполнены правильно, настройка маячка на этом и заканчивается. В противном случае, следует проверить исправность деталей, соответствие номиналов, указанным на схеме (Рис. 13), правильность монтажа или скорректировать количество витков катушки L1, в случае, если всё, включая резонатор ZQ1 в норме, а генерации нет. Это же придётся предпринять, если максимальное значение выходного напряжения генератора маячка получается в одном из крайних положений сердечника катушки L1. Если эта ситуация возникает при вывернутом сердечнике, значит, количество витков катушки велико, нужно уменьшить количество витков на 1…2 витка и повторить настройку, при ввёрнутом сердечнике – следует поступать наоборот, домотать

катушку или перемотать её с новым количеством витков. Максимальное значение выходного напряжения генератора должно получаться при положении ферритового подстроечного сердечника в каркасе катушки L1, близкого к среднему. В маячке применены резисторы типа МЛТ или аналогичные, конденсаторы – КМ, К10-7, КСО или аналогичные. Транзистор – любой из серии КП303, КП307. Каркас катушки L1 диаметром 8 мм с ферритовым подстроечным сердечником применён от фильтра промежуточной частоты старого лампового телевизора. Количество витков катушки L1 зависит от частоты генерации (частоты кварцевого резонатора ZQ1), диаметра каркаса (намотки), длины намотки (количества слоёв), способа намотки (виток к витку, внавал и т.п.), материала каркаса и ферритового сердечника. Экспериментально полученные значения с полистироловым каркасом диаметром 8 мм от ФПЧ старого лампового телевизора, имеющего штатный ферритовый подстроечный сердечник: для частот 3500….3650 кГц количество витков - 42, длина намотки - 7 мм, способ намотки - внавал, когда витки ложатся крест – накрест под углом друг к другу, намотка в нижней части каркаса, на расстоянии 5 мм от платы, в которую каркас катушки вставляется с усилием (или вклеивается) в предназначенное для этого отверстие (Рис. 14, 15). Длина каркаса катушки – 20…30 мм. Поскольку ферритовые сердечники ФПЧ телевизоров имеют достаточно малую проницаемость, то при использовании маячка на частотах 400…500 кГц, для уменьшения количества витков катушки и обеспечения достаточного диапазона регулировки индуктивности L1 сердечником, следует сменить сердечник на более низкочастотный, взяв таковой, например, от броневых горшкообразных сердечников, применявшихся в старых магнитофонах (в генераторах стирания). Для частот 400…500 катушку L1 можно изготовить и следующим образом: в отверстие в монтажной плате маячка с усилием вставляется отрезок стержня длиной 30…40 мм от ферритовой магнитной антенны, применяемой в радиовещательных ДВ – СВ приёмниках, предварительно, на нём, на таком же стержне или на оправке с диаметром стержня (обычно, 8 или 10 мм) на гильзе из плотной бумаги мотается катушка, которая затем с трением одевается на стержень, вставленный в плату, концы катушки впаиваются в схему маячка, а перестройка по частоте контура L1C2C3 производится перемещением катушки, намотанной на гильзе по отрезку стержня. После настройки, от перемещения, гильзу крепят каплями воска или парафина. В качестве L1 (для частот 400…500 кГц) можно применить и входные катушки ДВ – СВ диапазонов, размещаемые на ферритовых стержнях (от магнитных антенн), подобрав ёмкости конденсаторов C2, C3, соотношение между которыми должно составлять примерно 1 : 8. Маячок начинает работать при напряжении питания, примерно, 2,5 В и стабильно работает, примерно, до 12 В, при этом, естественно, изменяется излучаемая маячком мощность, а ток потребления изменяется, соответственно, от 0,25 до 1,2 мА. Маячок можно связать с антенной и с помощью катушки связи, соединив один её конец с антенным гнездом, а другой - с общим проводом (массой) маячка. Катушка связи наматывается поверх L1 и содержит 2…3 витка монтажного или обмоточного провода, диаметр которого некритичен (0,3…0,5 мм, для частот 400…500 кГц – 10…20 витков провода 0,15…0,25 мм), конденсаторы C2 и C3, в этом случае, можно заменить одним, вычислив его ёмкость из общей ёмкости последовательно соединённых конденсаторов C1 и C2. Для частот 3500…3650 кГц это будет:

$$C_{общ} = \frac{C1C2}{(C1+C2)} = 100 \times 820 / (100 + 820) = 89 \text{ пФ}$$

Берём ближайший номинал стандартного ряда – 91 пФ
Изготовить маячок на другие частоты поможет, например, статья [13].

Литература: 1. В. Беседин. Экспериментальный приёмник. Радиолюбитель. КВ и УКВ. № 9, 1996 г стр. 22…25; В. Беседин. Супер на микросхеме. Моделист-Конструктор, № 12 1996 г стр.14…15; В. Беседин. CW приёмник для QRP радиостанции. http://cqham.ru/cwrx12.htm; В. Беседин. Экспериментальный приемник. КВ журнал № 1 1996 г, стр. 25
2. Hans Reuderink, PA0HRX. 80-meter peilontvanger / receiver. http://www.qsl.net/pa3fdc/tech/hrx80/
3. С. Дылда, US5QBR. Простой SSB приёмник на 80 метров на ИМС TDA1083. http://cqham.ru/rx80m.htm
4.Ю. Виноградов. Радиопеленгатор. Радио № 6, 2005 г. стр. 38…39; Ю. Виноградов. Пеленгатор для ближнего поиска. Радио № 2 2002 г, стр. 64
5.В. Вартанесян. Спортивная радиопеленгация. Москва, издательство ДОСААФ 1980 г
6. Инструкция по эксплуатации пеленгатора “Greif – 3,5” (FPE – 80)
7. Микросхемы для бытовой радиоаппаратуры. Справочник. Радио и Связь, 1989 г, стр. 169…173
8. В. Хомич. Ферритовые антенны для “лисоловов”. Радио № 7 1966 г, стр. 21
9. А. Гречихин. Приборы для радиоориентирования. Радио № 3 1975 г, стр. 12…13
10. А. Гречихин. Школа начинающего “лисолова”: Аппаратура. Радио № 3 1966 г, стр. 29…24 и вкладка; Поиск “лис”. Радио № 4 1966 г, стр. 14…16; Тренировка и оснащение “охотника”. Радио № 5 1966 г, стр. 21…23
11. http://guenther-fromhagen.homepage.t-online.de/80mPLLRX.pdf
12. http://www.darc.de/ardf/technik/nuernberg80/Digitale-Frequenzaufbereitung.pdf
13. В. Беседин. Маячок. Радиолюбитель. КВ и УКВ. № 1 1997 г стр. 28…29
14.А. Акимов. “Лисолов” на 3,5 МГц. Радио №1 1967 г стр.29….30

Виктор Беседин (UA9LAQ)
г. Тюмень

Приложение

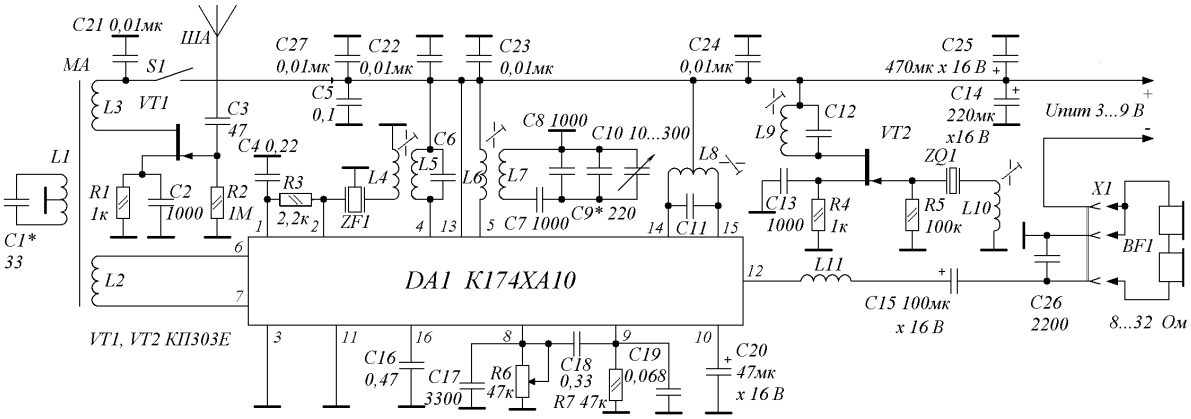

Рис. 1. Тренировочный приёмник для спортивной радиопеленгации. Схема принципиальная электрическая

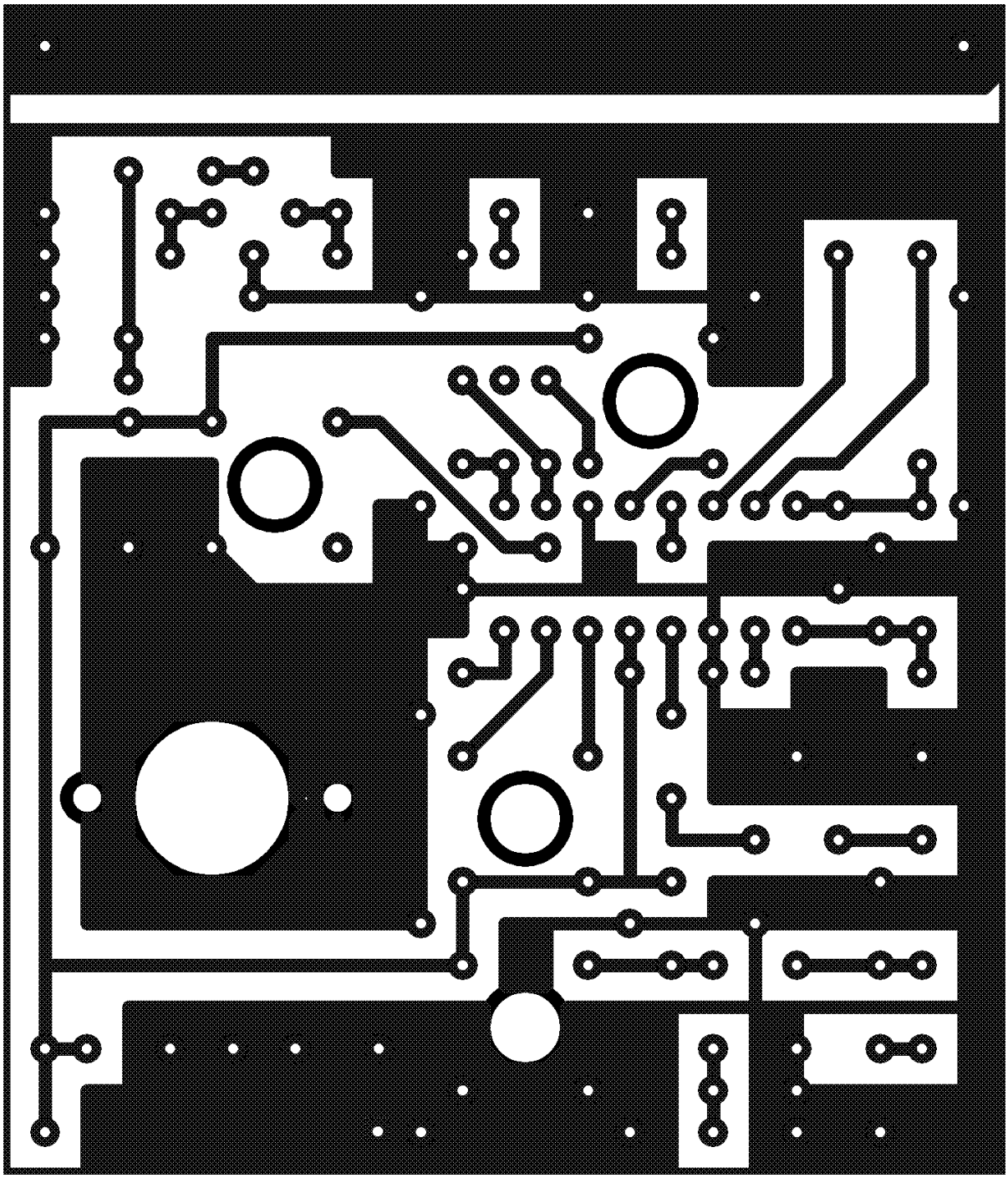

Рис. 2. Эскиз монтажной платы ТПСП. Вид со стороны печатных проводников. Материал: стеклотекстолит фольгированный с двух сторон. Размеры платы: 70 х 60 х 1,0…1,5 мм

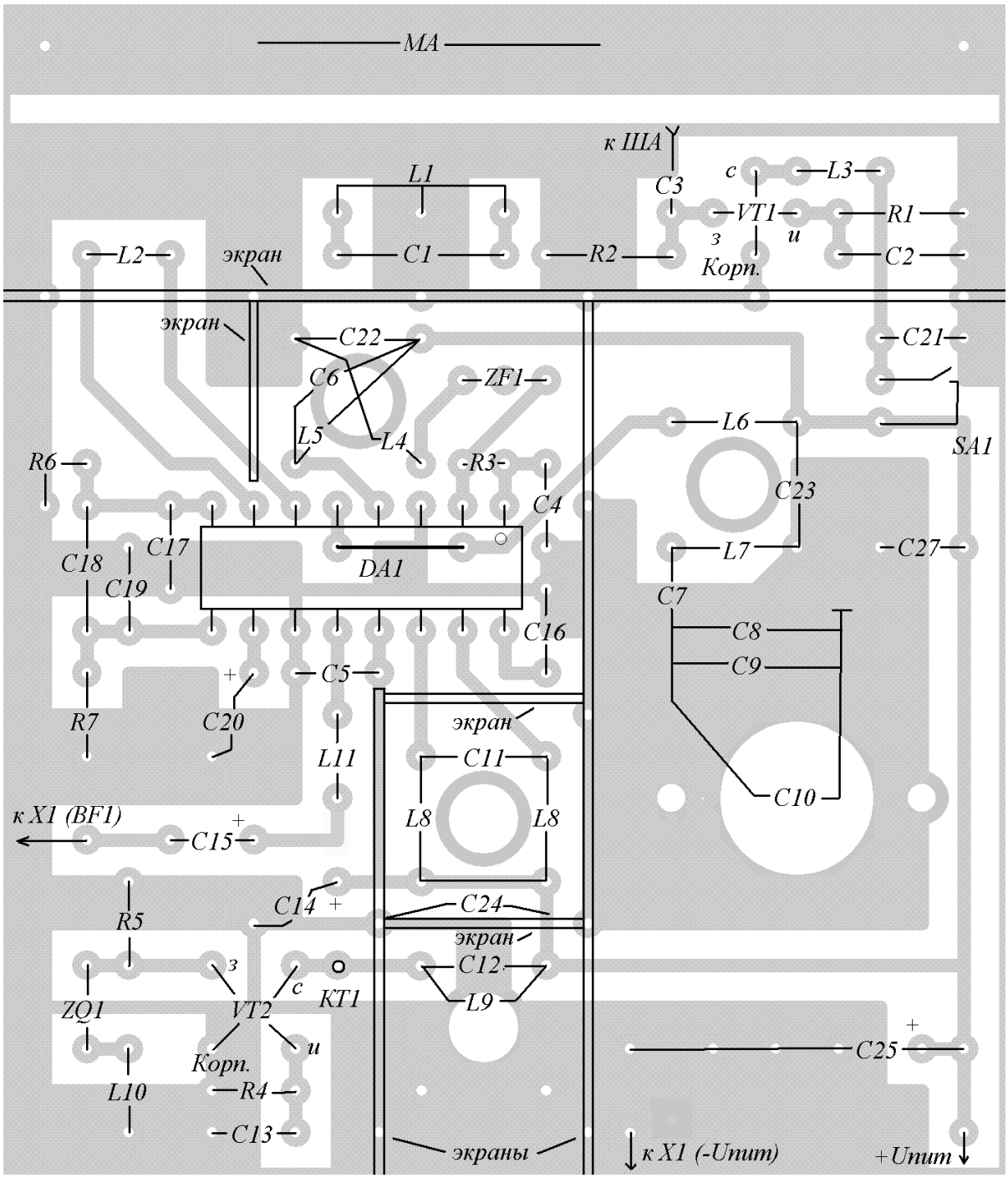

Рис. 3. Эскиз размещения деталей на плате ТПСП

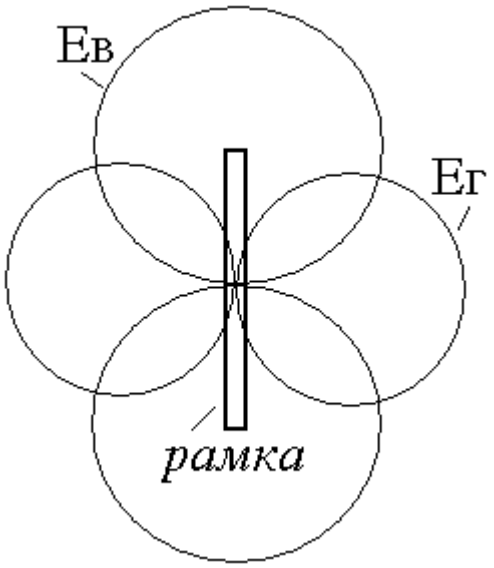

Рис. 4. Диаграмма направленности рамочной антенны пеленгатора. Ег – для горизонтально поляризованных волн, Ев – для вертикально поляризованных волн

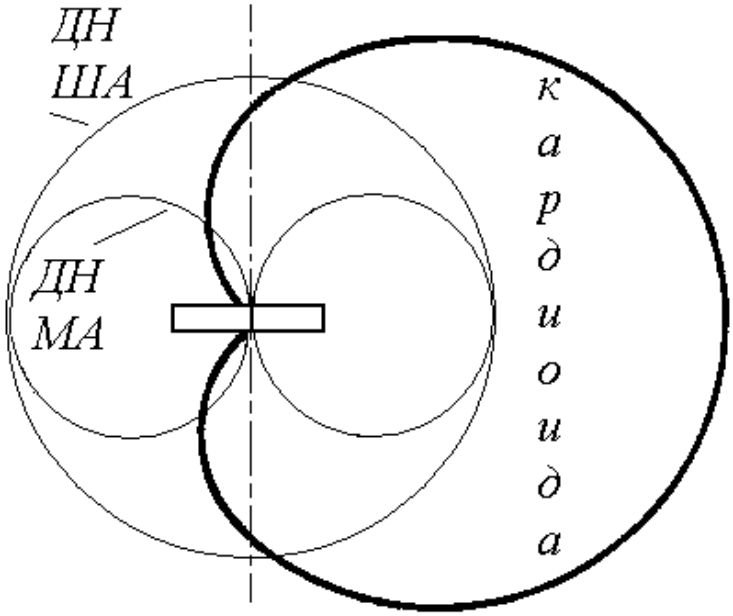

Рис. 5. Получение кардиоидной диаграммы направленности путём сложения в фазе сигналов от магнитной рамочной антенны - МА и вспомогательной штыревой вертикальной антенны - ША

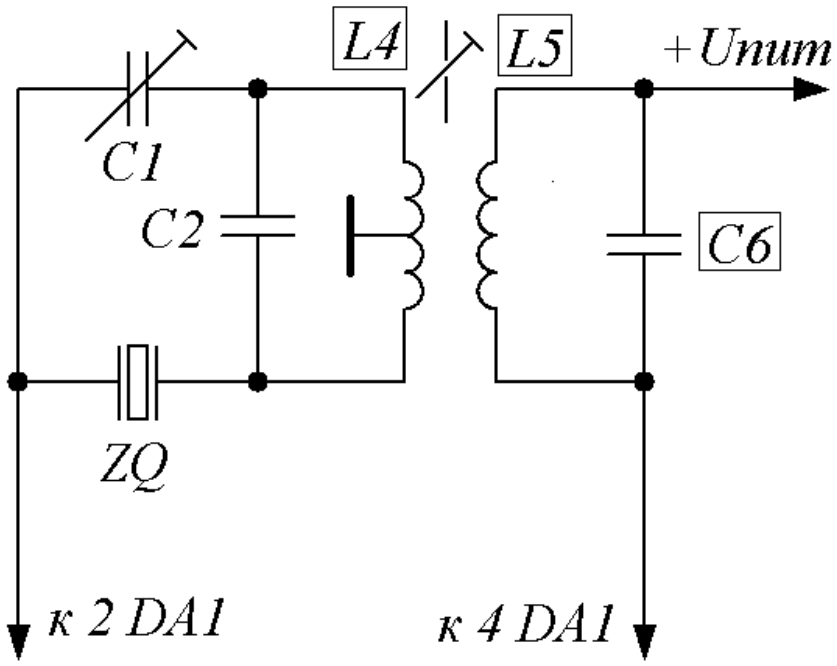

Рис. 6. Вариант включения кварцевого резонатора в ФОС

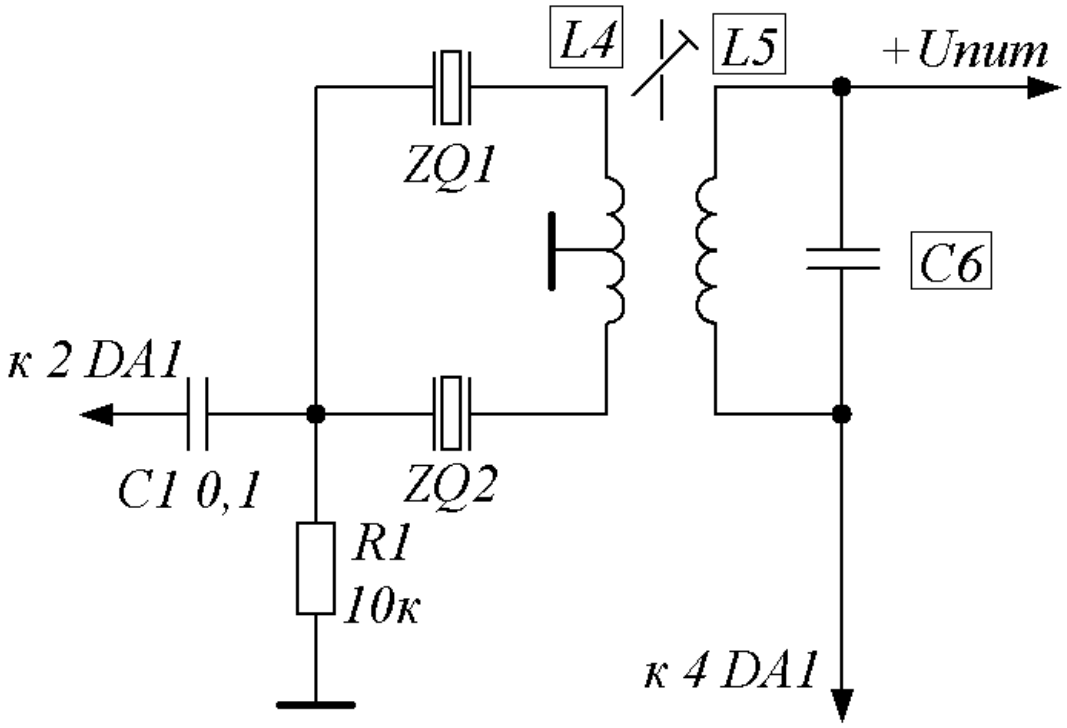

Рис. 7. Двухкристальный кварцевый ФОС

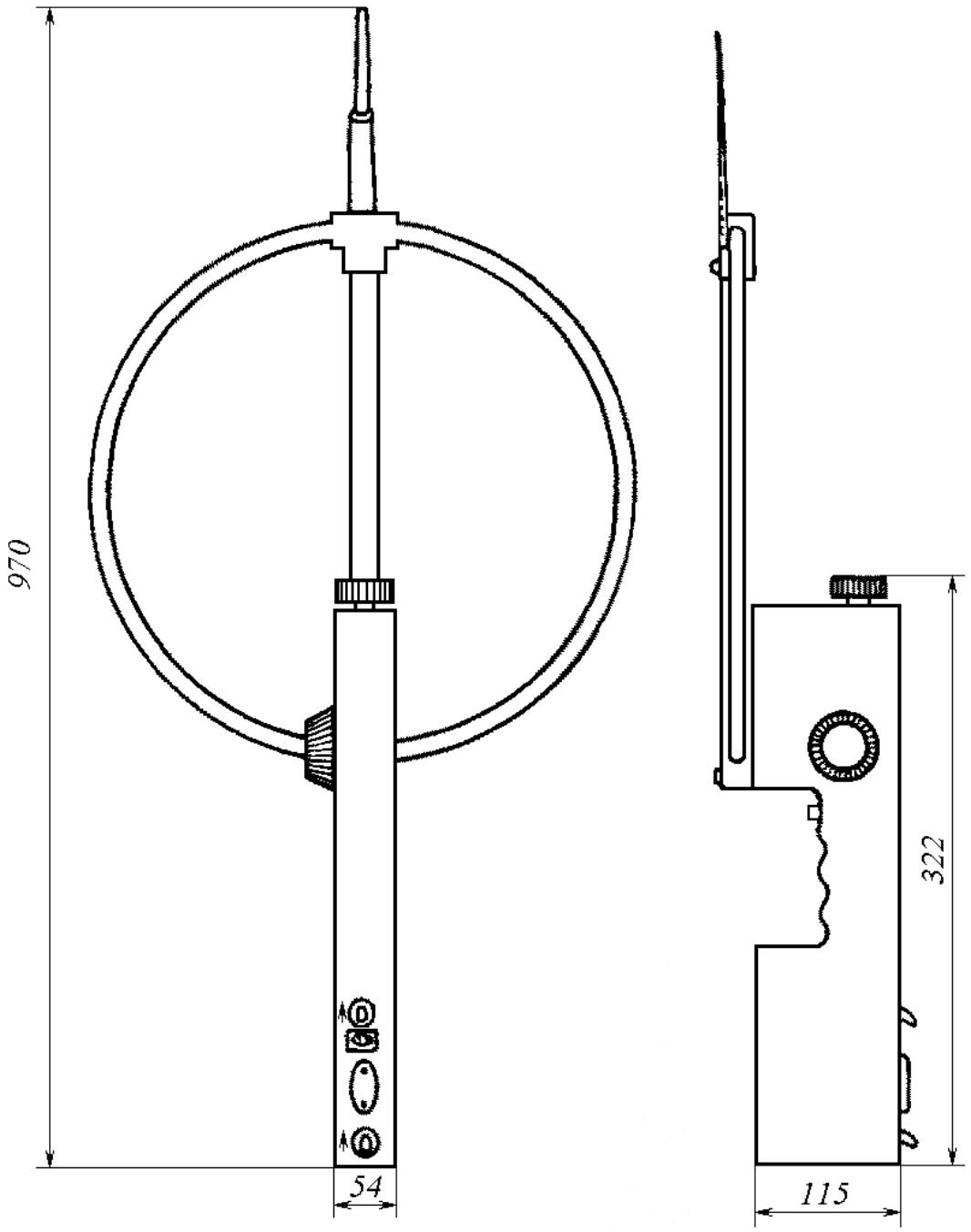

Рис. 8. Эскиз внешнего вида приёмника – пеленгатора “Лес-3,5”

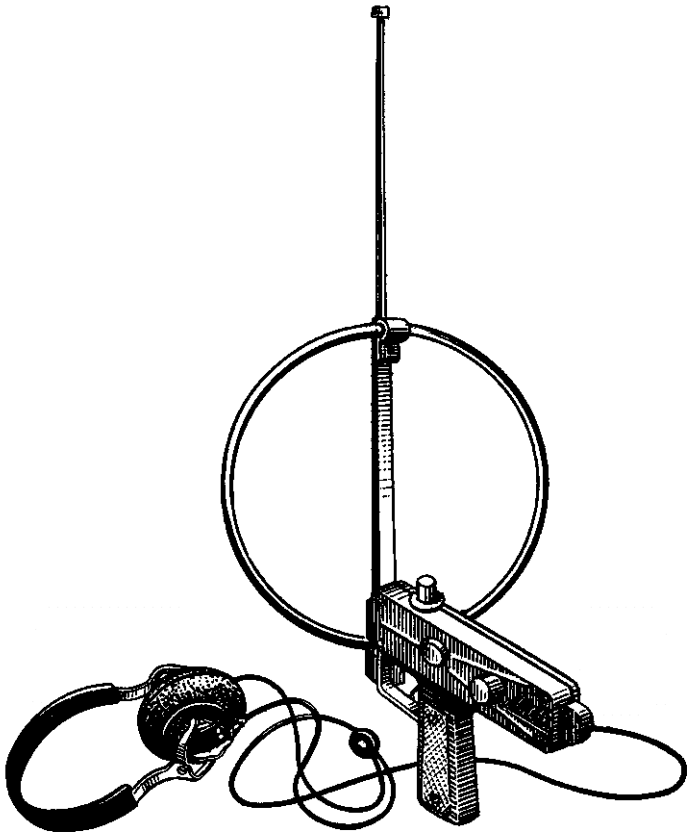

Рис. 9. Эскиз внешнего вида приёмника – пеленгатора “Лис-3,5”

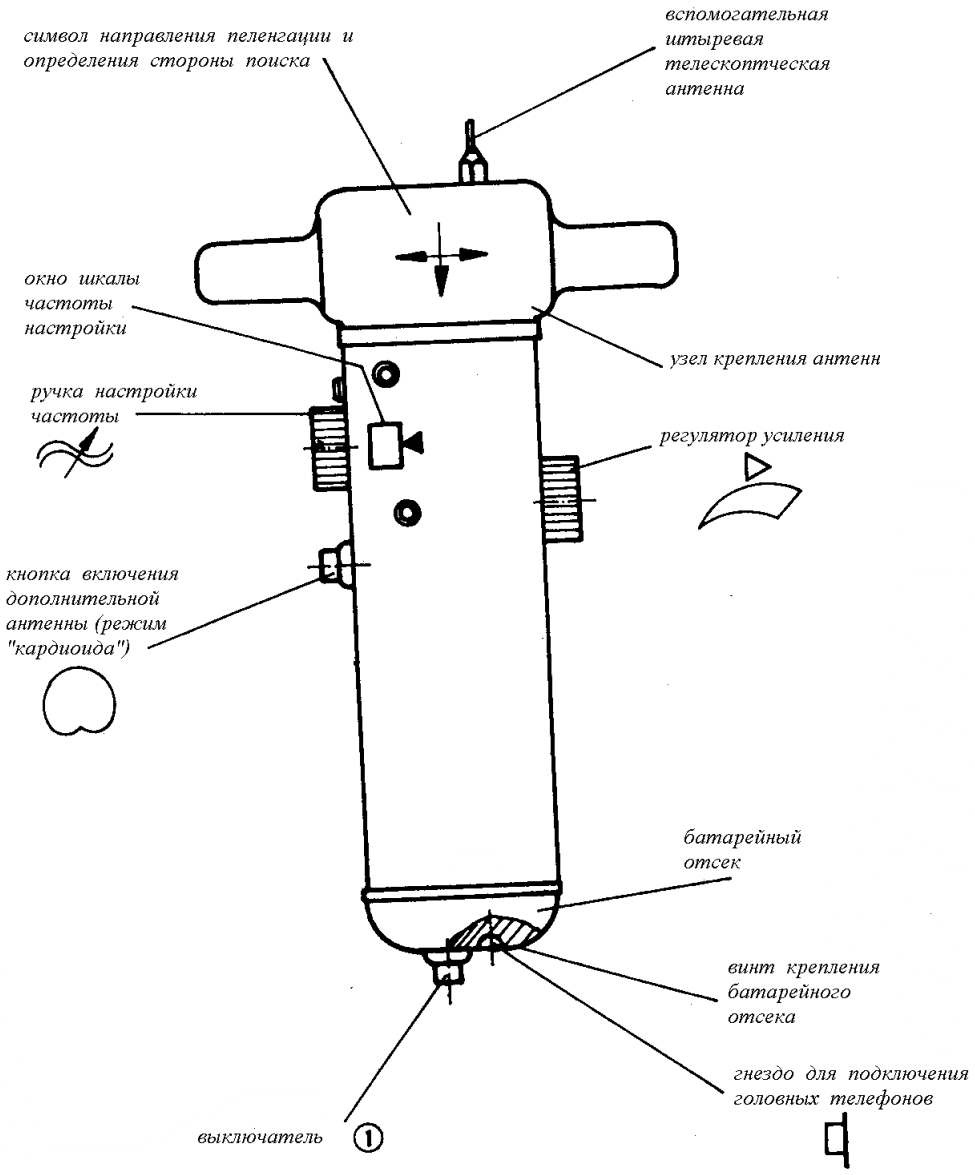

Рис. 10. Эскиз внешнего вида приёмника – пеленгатора “Greif-3,5” (FPE-80)

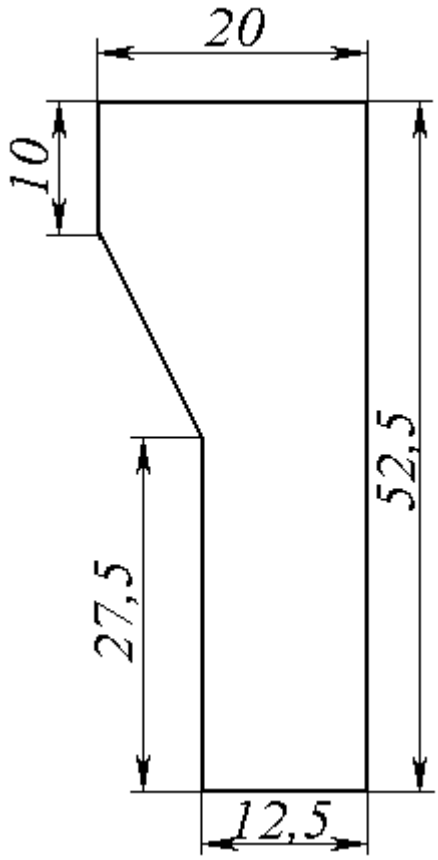

Рис. 11. Эскиз крышки совокупности экранов на плате ТПСП. Материал – белая жесть толщиной 0,4 мм. Конструктивный припуск подогнать по месту

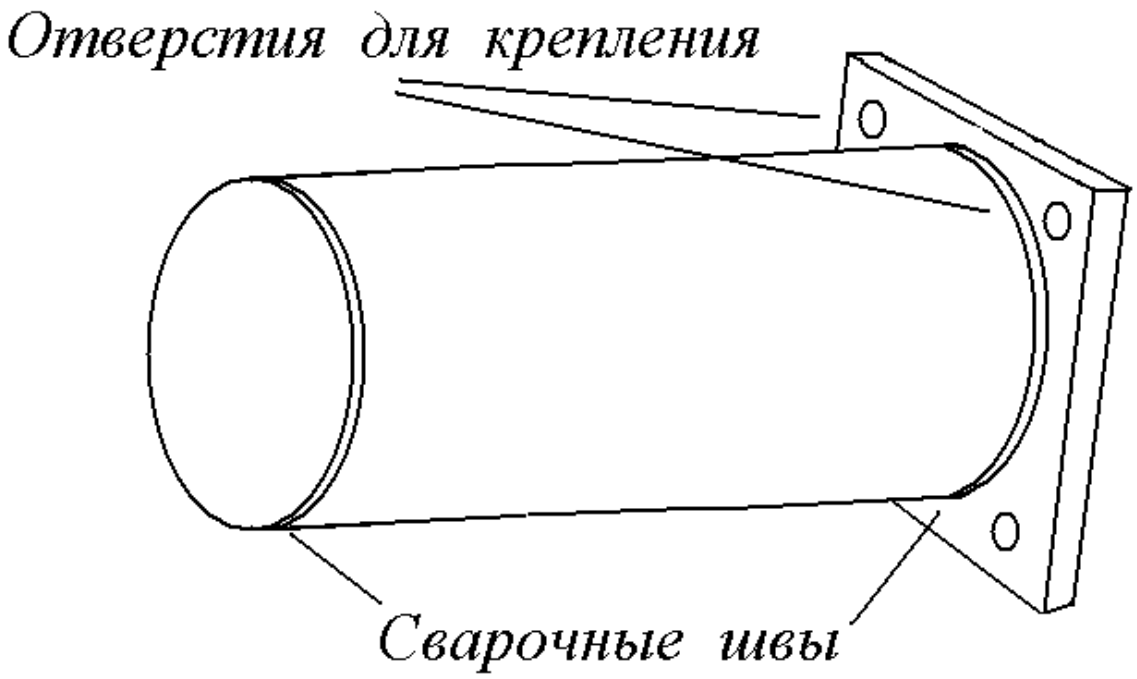

Рис. 12. Эскиз одного из двух кожухов защиты МА от механических и погодных воздействий. Материал – полиэтилен толщиной 5 мм. Крепятся на боковых стенках приёмника, обеспечивая защиту МА от механических воздействий и влаги, аналогично приёмнику на Рис. 10

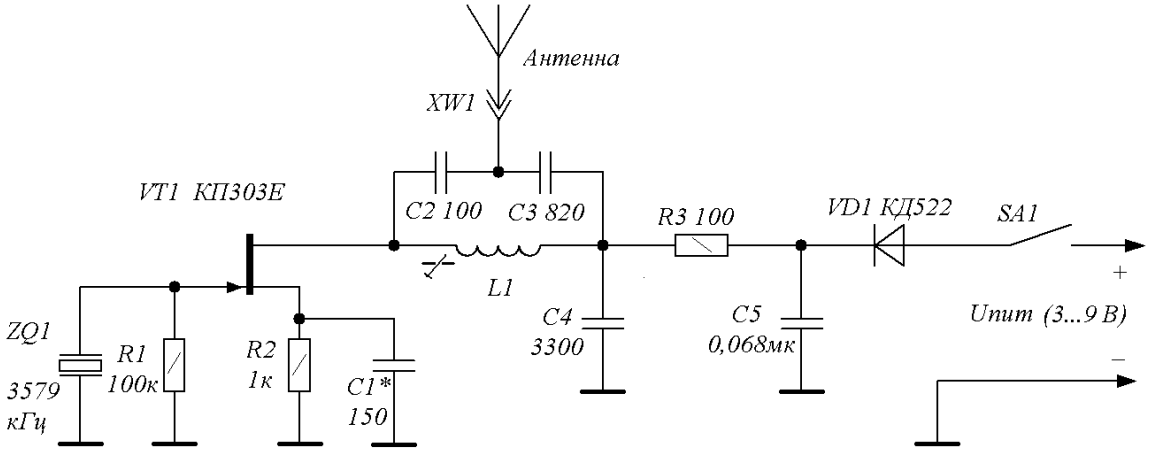

Рис. 13. Маячок для настройки ТПСП. Схема принципиальная электрическая. Если есть уверенность, что не произойдёт переполюсовка питающего напряжения, диод VD1 может быть упразднён

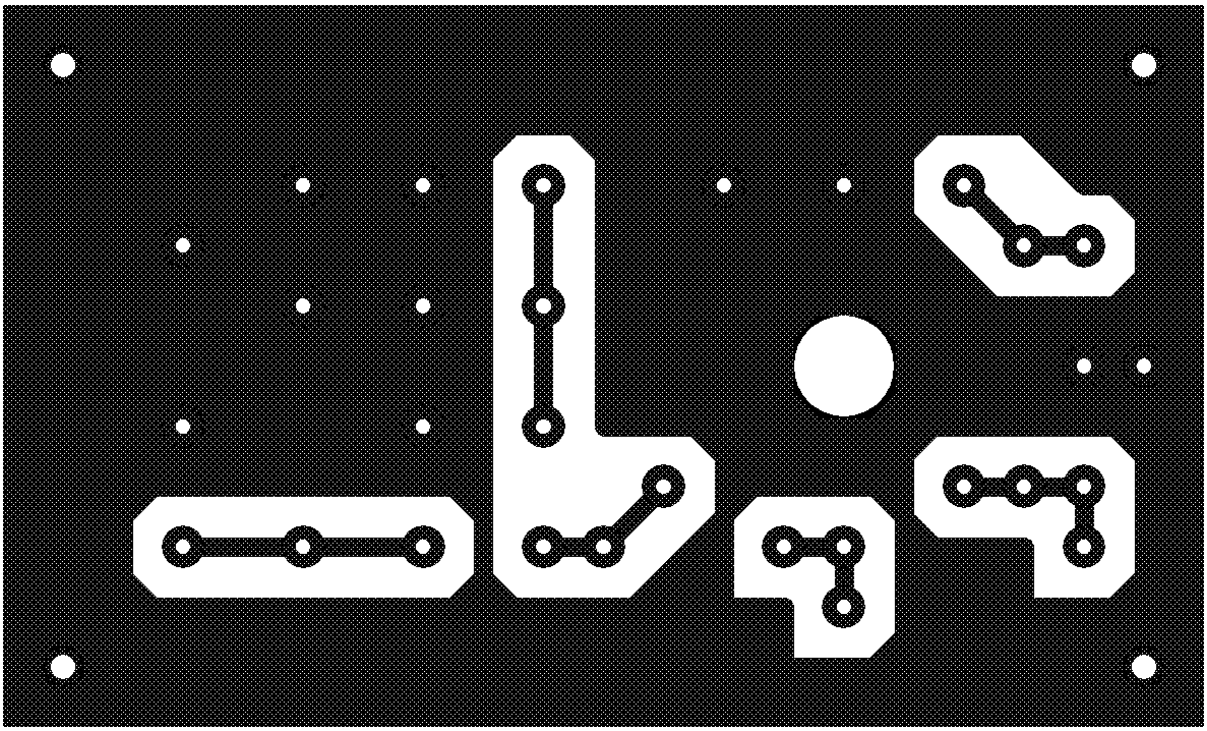

Рис. 14. Эскиз монтажной платы маячка. Вид со стороны проводников. Размеры платы: 50 х 30 х 1,0…1,5 мм

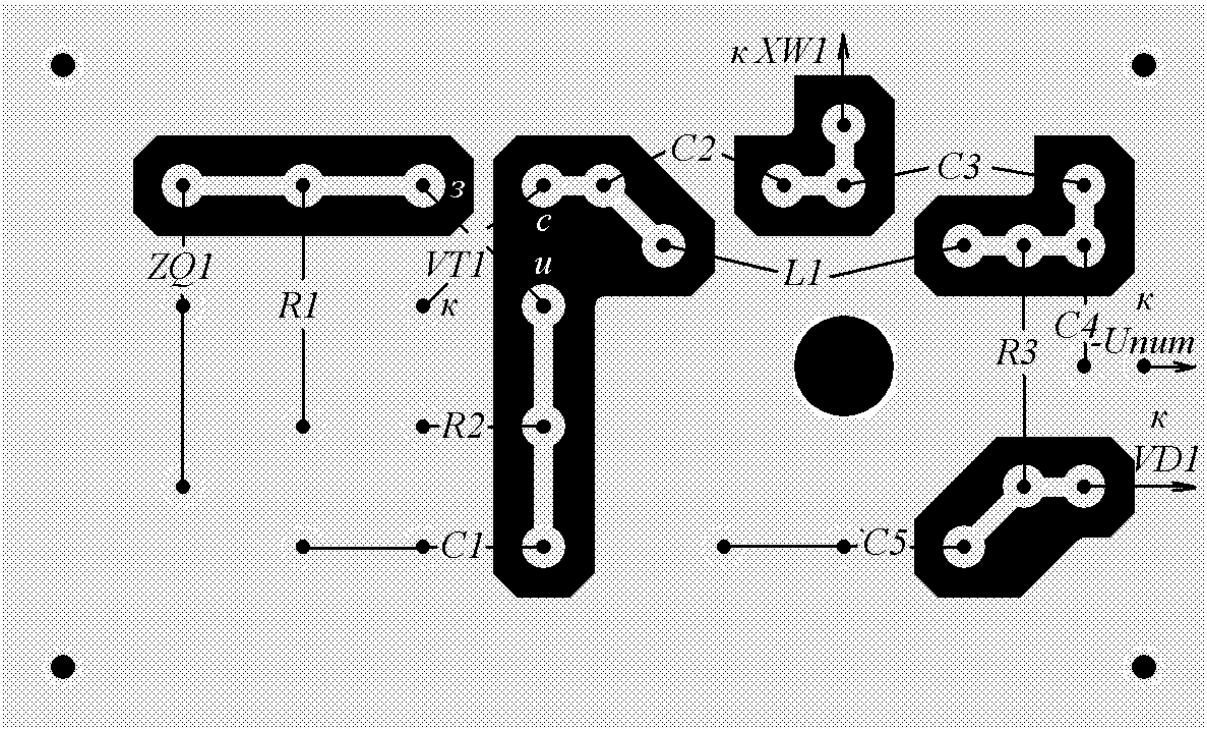

Рис. 15. Эскиз монтажной платы маячка. Вид со стороны установки деталей