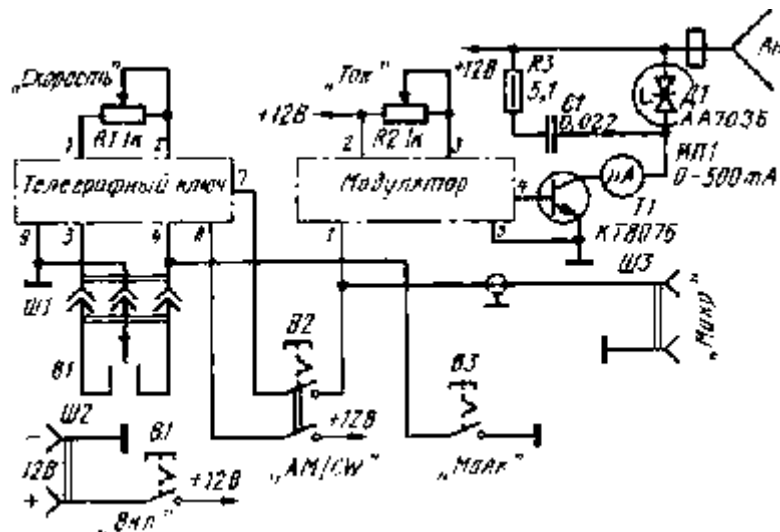


## Радиостанция диапазона 10 ГГц.

Радиостанция предназначена для работы в любительском диапазоне 10-10,5 ГГц в режимах АМ и СW в полевых и стационарных условиях. Предусмотрена работа передатчика в режиме маяка.. Передатчик имеет максимальную выходную мощность 20 мВт.

В конструкции предусмотрены рупорные антенны с различным КПД. В стационарных условиях передатчик устанавливают на фотоштативе, в полевых - держат в руках, используя пистолетную ручку от кинокамеры.



Габариты передатчика (без антенны) 150x100x70 мм, масса с аккумуляторной батареей ЮОНК-0,9 не более 2 кг. В режиме АМ передатчик потребляет 340 мА, в режиме СW - 390 мА.

Для удобства проведения экспериментов с радиостанцией приемник выполнен в виде отдельной конструкции с встроенной рупорной антенной небольших размеров. Он построен по схеме прямого усиления. Чувствительность приемника определяется качеством кристаллического детектора, коэффициентом усиления, шумами усилителя НЧ и конструкцией антенны.

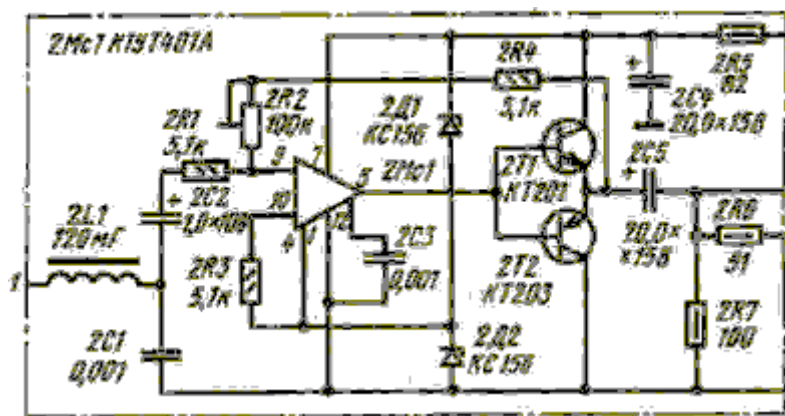
Коэффициент усиления усилителя НЧ по напряжению достигает 110 дБ, глубина регулирования усиления - 35 дБ.

Коэффициент усиления усилителя НЧ по напряжению достигает 110 дБ, глубина регулирования усиления - 35 дБ.

Приемник питается от аккумуляторной батареи 7Д-0.1, потребляемый ток - 15 мА. Размеры приемника 100x90x180 мм, масса 900 г.

Приемник и передатчик радиостанции обеспечивают радиосвязь в условиях прямой видимости: до 800 м в телефонном режиме и до 1200 м - в телеграфном.

**Структурная схема передатчика дана на рис. 1.** Передатчик состоит из четырех основных узлов: генератора на лавинно-пролетном диоде, модулятора, автоматического телеграфного ключа и рупорной антенны.

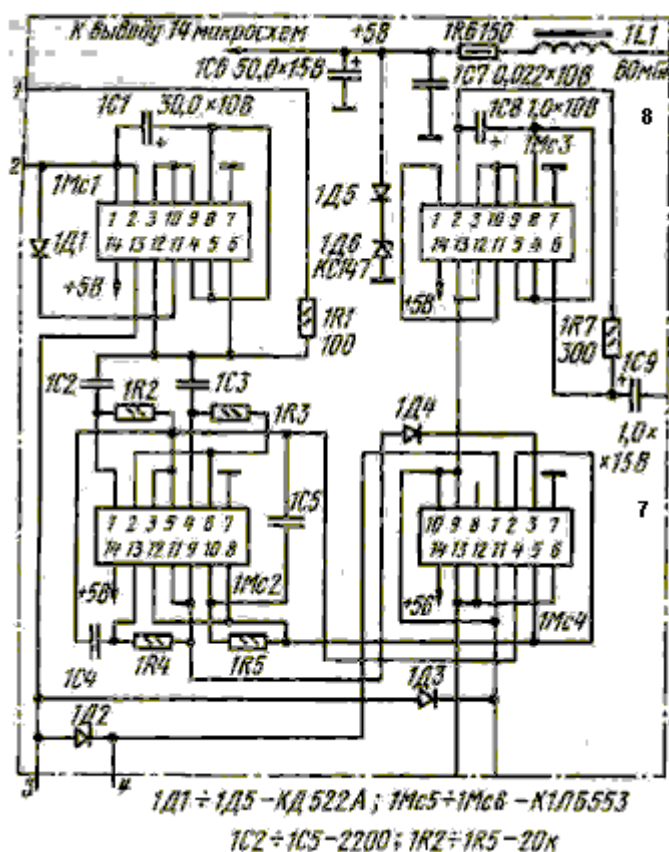


Лавинно-пролетный диод включен в коллекторную цепь транзистора Т1, регулировкой тока базы которого (резистором R3C1) устанавливается рабочий ток. Для контроля в эту цепь включен индикатор тока ИЛ. Для диода AA703Б рабочий ток должен составлять 320 мА при напряжении 8,5-9 В, а для диода AA703А - 270 мА. Цепочка R3C1 подавляет паразитные колебания.

Включается радиостанция кнопочным выключателем В1, режимы работы устанавливаются выключателями В2 и В3.

В телефонном режиме (В2 выключен) сигнал НЧ модулирует ток цепи коллектора транзистора Т1, осуществляя АМ модуляцию СВЧ генератора.

Когда выключатель В2 нажат, включается питание автоматического телеграфного ключа, и его сигнал подается на микрофонный выход модулятора. Микрофон при этом не



лем.

Весь усилитель охвачен отрицательной обратной связью через резисторы 2R2, 2R4. Переменным резистором 2R2 можно изменять коэффициент усиления от единицы до 20.

**Схема автоматического телеграфного ключа**, разработанного куйбышевским радиолюбителем В. Васильевым, представлена на рис. 3. Он выполнен на четырех одно-типных микросхемах. На микросхеме 1Mc1 собран несимметричный мультивибратор. Его времязадающей цепочкой 1C1, R1 и 1R1 можно регулировать скорость передачи телеграфных знаков.

На микросхеме 2Mc2 выполнены два счетных триггера. На выходе первого триггера (выводы 8, 5) выделяются импульсы точек.

Импульс точки и удвоенный по длительности импульс со второго триггера (выводы 11, 9, 8) поступают на логический элемент "Р1ЛИ", выполненный на микросхеме 1Mc4. На его выход (выводы 9, 10) в положении "точки" проходят сигналы с первого триггера, а в положении "тире" складываются импульс точки и импульс со второго триггера, формируется сигнал тире, равный по длительности трем точкам.

Сформированные телеграфные знаки управляют звуковым генератором, собранным на микросхеме 1Mc3. Его частота изменяется подбором конденсатора 1C8. С выхода генератора снимается телеграфный сигнал амплитудой до 3 В.

Для повышения помехоустойчивости ключа в цепи питания включена цепочка 1L1, 1C7.

Для питания микросхем напряжением 5В собран параметрический стабилизатор 1D5, 1D6, 1R6. Эти элементы нужно подобрать таким образом, чтобы напряжение на микросхемах было равно 4,9 - 5,1В. Телеграфный ключ потребляет ток 40 мА.

отключается и служит для контроля работы. В режиме "Маяк" необходимо, чтобы были нажаты оба выключателя - В2 и В3. В этом случае замыкаются выводы 4 и 9 платы телеграфного ключа, и он непрерывно формирует сигнал тире. Скорость передачи телеграфных знаков - от 40 до 200 знаков в минуту - регулируется резистором К1.

**Схема модулятора передатчика** дана на рис. 2. Он выполнен на базе операционного усилителя 2Mc1 и двухтактного эмиттерного повторителя на транзисторах 2Т1 и 2Т2. Для обеспечения нормального режима операционного усилителя на стабилитронах 2D1 и 2D2 и резисторе 2R5 построен стабилизатор - делитель напряжения. Сигнал с микрофона или автоматического ключа через фильтр 2L1, 2C1 поступает на инвертированный вход операционного усилителя. Затем усиленный сигнал согласуется с нагрузкой двухтактным эмиттерным повторите-

**Конструкция и детали передатчика.** Конструкция генератора приведена на рис. 4, чертежи основных деталей - на рис. 5. Диод 13 закреплен положительным электродом в теплоотводящей цанге 15. Диск 9, в котором укреплен диод, образует с цангой и теплоотводом 14 открытый радиальный резонатор. Деталь 9 - это одновременно элемент открытого резонатора (поле сосредотачивается между нижней стенкой волновода и диском; высота диска над волноводом и его диаметр определяют частоту генератора) и в то же время - фильтр НЧ, состоящий из конструктивных индуктивностей и емкости (утонченные части, по длине равные  $\lambda/4$ , - индуктивные элементы, утолщенная часть вместе с внутренней поверхностью детали 6 - сосредоточенная емкость). Фильтр устраняет утечку СВЧ энергии из волновода.

Согласование генератора с волноводом обеспечивается короткозамыкающим поршнем 4 и индуктивным элементом - винтом связи с антенной 10, регулирующим выходную мощность. Механическая перестройка генератора в диапазоне 10-10,5 ГГц производится подбором диаметра диска, изменением расстояния между диском и цангой и перемещением короткозамыкающего поршня. При диаметре диска 12,5 мм расстояние между ним и цангой на частоте 10 ГГц должно быть около 4 мм.

Короткозамыкающий поршень должен отстоять от оси диода на полволны, что для той же частоты составляет 19,5 мм. На равном расстоянии от генератора со стороны антенны размещают винт связи с антенной. С этой стороны волновод заканчивается муфтой 12 с укрепленной на ней съемной рупорной антенной.

К теплоотводящим устройствам предъявляются высокие требования, поэтому все узлы генераторно-волноводного тракта должны быть выполнены тщательно, с использованием рекомендуемых материалов. Волновод 5 сгибают на стальной шлифованной оправке сечением 23-10 мм из листовой меди толщиной 0,5-0,6 мм; длина заготовки 90 мм. В широких стенках волновода на расстоянии 30 мм от торца вырезают два отверстия диаметром 16 мм. На расстоянии 19,5 мм от центра этих отверстий в середине верхней стенки высверливают отверстие диаметром 3,2 мм и над ним припаивают латунную гайку (М3).

Наиболее ответственные детали: цангу 15, теплоотвод 14 и диск резонатора 9 вытачивают из красной меди. Конусную часть цанги пропиливают по диаметру лобзиком до цилиндрической части.

Торцевые части цанги, теплоотвода и диска должны быть отполированы. Верхнюю втулку диска 9, гайку 7, плоскую гайку (М3) вытачивают из латуни Л69, а изолятор 8 - из фторопласта.

Короткозамыкающий поршень 4 изготавливают из бериллиевой бронзы толщиной 0,1 мм. Его отбортовка (3-4 мм) должна быть без щелей и скользить по стенкам волновода;

в центре поршня припаивают винт М3 длиной 15 мм.

Из полосок меди размерами 1Х6 мм сгибают скобы 2 и 3 с отверстием диаметром 3,5 мм в центре, между ними вставляют гайку и пропускают винт поршня 4. Вращение гайки приводит к перемещению поршня, который должен располагаться на расстоянии 19-20 мм от оси диода.

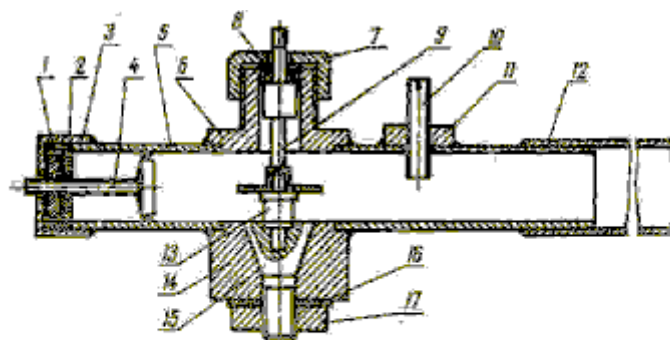


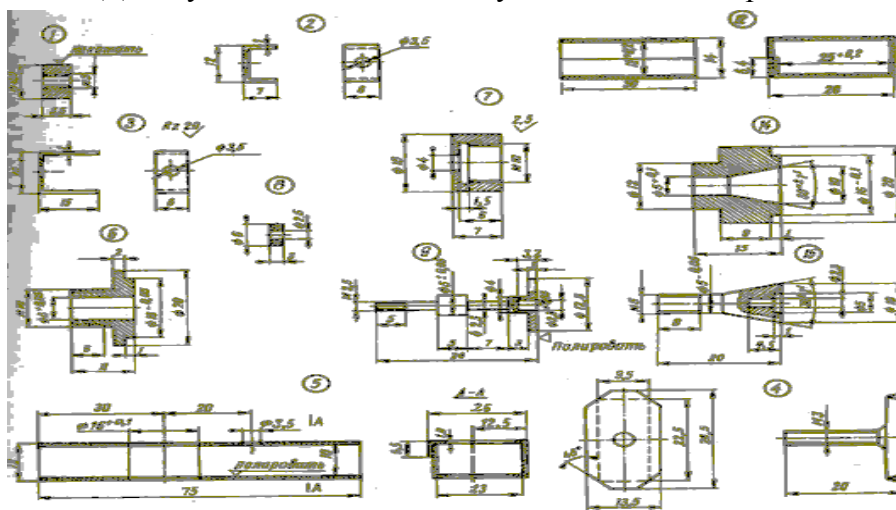
Рис. 4. Конструкция СВЧ генератора:

1 — гайка М3, латунь; 2 — скоба внутренняя, медь; 3 — скоба наружная, медь; 4 — поршень в сборе, бериллиевая бронза, ось — латунь; 5 — волновод, медь; 6 — втулка, латунь; 7 — гайка, латунь; 8 — шайба, фторопласт; 9 — диск резонатора, медь; 10 — винт согласующий М3Х10, латунь; 11 — гайка М3, латунь; 12 — муфта, медь; 13 — диод АА703В; 14 — теплоотвод, медь; 15 — цанга, медь; 16 — шайба, 12Х6Х1 мм, медь; 17 — гайка М5, медь

Муфту сгибают из того же листа, что и волновод, ее длина 50 мм. Волновод надевают на оправку и поверх него сгибают муфту.

Предварительно облуженные детали соединяют пайкой мощным (не менее 90 Вт) паяльником в теплоотвод, диск - во втулку. Их впайвают в волновод связанными медной проволокой. Затем припаивают гайку 10, насаживают муфту на 10 мм на правую часть волновода и пропаивают.

Диод устанавливают в цангу пинцетом и закрепляют его гайкой 17 (М5). После



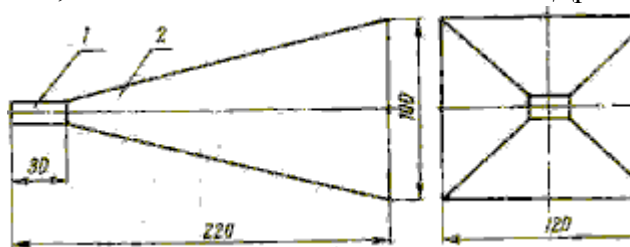
этого опускают на отрицательный вывод диода диск и через шайбу 8 слегка поджимают гайкой 7. Цангу и диск в месте контакта с диодом смазывают тонким слоем смазки ЦИАТИМ-201.

В гайку ввинчивают медный или латунный, винт 10, с левой части волновода вставляют поршень 4,

прихвывают его отбортовку до исчезновения щелей и припаивают к волноводу наружную скобу 3.

**Рупорная антенна** (рис. 6) состоит из отрезка волновода и пирамидального рупора 2. Эти элементы сгибают на оправке, швы пропаивают. Волноводная часть должна плотно вставляться в муфту. Оптимальный пирамидальный рупор имеет ширину диаграммы направленности  $16^\circ$  на уровне 0,5, при раскрыве рупора 100x120 мм и длине шесть длин волн.

Автоматический телеграфный ключ смонтирован на печатной плате из стеклотекстолита размерами 40x80 мм. В нем применены резисторы МЛТ-0,125, конденсаторы 1С1, 1С6, 1С8. 1С9 - К.50-6 1С2- 1С5 - КМ5. Дроссели 1L1 и 2L1 - Д-0,1.



Модулятор смонтирован на такой же печатной плате. Резисторы 2R1, 2R3. 2R4 - МЛТ-0,125, 2R5- 2R7 ~ МЛТ-0,5, 2R2 - СПЗ-1 Б, конденсаторы - К50-6 и КМ5. Микрофон - капсуля ДЭМШ. Узлы передатчика размещают в корпусе из листового полистирола

размерами 150x100x70 мм. Транзисторы устанавливают на медном теплоотводе площадью 60x30 мм. Платы крепят к вспомогательной пластине, припаянной к волноводу.

**Принципиальная схема приемника** приведена на рис. 7. Сигнал, принятый рупорной антенной Ан1, фильтруется волноводным резонатором L1, в котором установлен детектор Д1. Сигнал с детектора фильтруется конструктивной емкостью С1 и поступает на усилитель НЧ на микросхемах Мс1 и Мс2. Первый каскад усилителя охвачен отрицательной обратной связью, глубина которой регулируется резистором R3. Второй каскад работает в режиме максимального усиления, его нагрузкой служат телефоны сопротивлением 100 Ом.

**Конструкция и детали.** Резисторы R1, R2 - МЛТ-0,125, R3 - СПО-4; конденсаторы С2, С3 и С5 - С9 - К50-6, С4 - КМ5.

Усилитель монтируют на печатной плате размерами 30x60 мм и крепят к пластине, припаянной к волноводу.

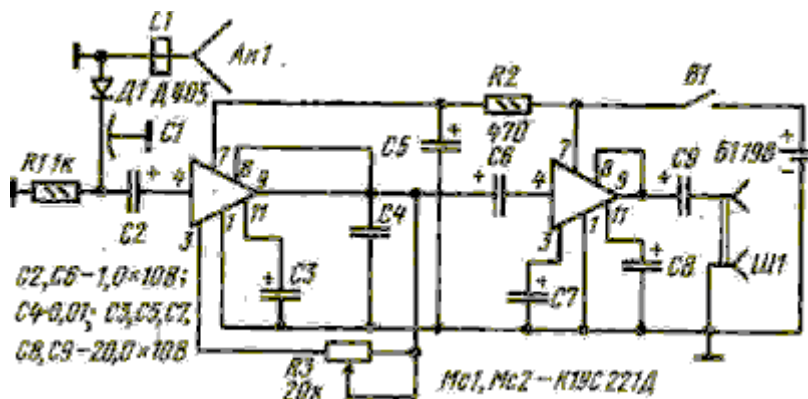
Волновод 2 (рис. 8) конструктивно соответствует волноводу передатчика. Его сгибают на оправке (сечение оправки 23x10 мм) из листовой меди толщиной 0,3 мм. Из этого



же материала выкраивают пирамидальный рупор с раскрывом 80x100 мм, сгибают его и припаивают к волноводу. Диод 6 вставляют во втулку 5, припаянную к волноводу, и прижимают крышкой 4. Штыревой вывод диода контактирует с пластиной, припаянной к нижнему слою фольги (кусок размерами 10x30 мм из двустороннего фольгированного текстолита толщиной 1 мм). Верхний слой фольги припаян к волноводу. Между слоями образуется конденсатор С1.

Для настройки служит поршень 3, который крепят скобой с гайкой, аналогично с конструкцией волновода передатчика. Поршень располагается на расстоянии четверти длины волны (9,5 мм) от диода.

**Настройка радиостанции.** Телеграфный ключ в случае безошибочной сборки налаживания не требует. Проверяют лишь его работу и в случае необходимости устанавливают напряжение питания. Если оно превышает 5В, подбирают диод 1Д5 и стабилитрон 1Д6.



На выводах платы 5 и 6 относительно общего провода сформированы положительные и отрицательные импульсы телеграфных сигналов. Их можно использовать для управления транзистором Т1, получая незатухающие колебания (без модуляции).

При проверке ключа последовательно подключают вход осциллографа (либо авометр или головные телефоны) к выводам 12 микросхемы 1Мс1, 3 - 1Мс2, 9 - 1Мс3 и 8 - Мс4. В первом случае должны наблюдаться импульсы с длительностью в два раза меньше точки, во втором - с длительностью, равной точке, в третьем - удвоенной точке, в четвертом - соответствующей положению манипулятора ("точки" или "тире"). На выводе 6 микросхемы 1Мс3 должны прослушиваться звуковые сигналы.

Усилитель НЧ модулятора проверяют обычным методом. При этом подключают к

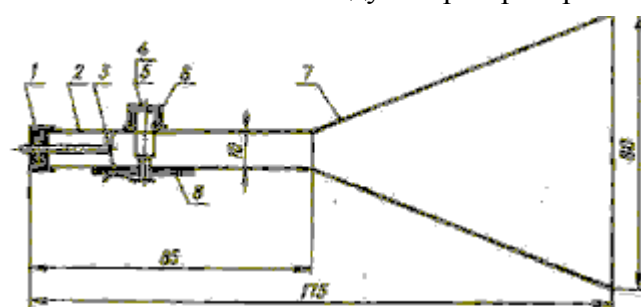


Рис. 9. Антенно-волноводный тракт приемника  
1 — скоба наружная; 2 — волновод; 3 — поршень (аналогичны деталям на рис. 4 и 5); 4, 5 — втулка и крышка по размерам диода, латунь; 6 — диод Д405; 7 — рупор пирамидальный, латунь; 8 — емкость С1 (конструктивная), стеклотекстолит фольгированный двусторонний толщиной 1 мм, размерами 30x30 мм, отверстие в центре  $\varnothing$  3,5 мм; 9 — контакт пружинный, бериллиевая бронза

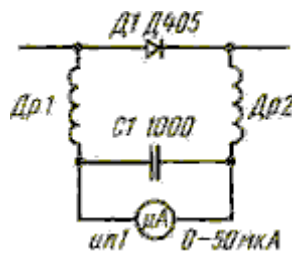
выводам 4 и 5 платы телефоны сопротивлением 100 Ом. Усиление устанавливают резистором 2R2 при окончательной регулировке передатчика.

Для настройки генератора на лавиннопролетном диоде нужно сделать индикатор СВЧ поля. Его схема приведена на рис. 9. Дроссели Др1, Др2 содержат по 3 витка провода ПЭВ-1 0,8, намотанных на оправке диаметром 6 мм. Микроамперметр ИП1 - М4200. Конденсатор С1 - КМ5 или КСО.

Индикатор размещают на расстоянии 20-30 см от рупора. Короткозамыкающий поршень устанавливают на

19-20 мм от оси диода; вывернув винт регулировки связи и полностью введя резистор R2, включают питание.

Плавно увеличивают ток через диод, контролируя его прибором. После появления генерации, которую можно зафиксировать по спадению тока, перемещают поршень, добиваясь максимальных показаний индикатора. Затем ввинчивают винт связи до получения максимального устойчивого значения излучаемой СВЧ мощности.



При помощи измерительной линии или частотомера сантиметрового диапазона волн определяют частоту передатчика. Если она выходит за пределы любительского диапазона, изменяют положение поршня, диаметр диска или высоту диска над цангой. После коррекции частоты вновь подстраивают связь с антенной.

Добившись устойчивой работы генератора, регулируют модулятор, прослушивая сигнал на приемнике.

Настройка приемника несложна. Принимая слабый сигнал передатчика (например, отраженный от стены), подстраивают поршнем волновод по максимальной громкости.

Автор: А. Ханичев