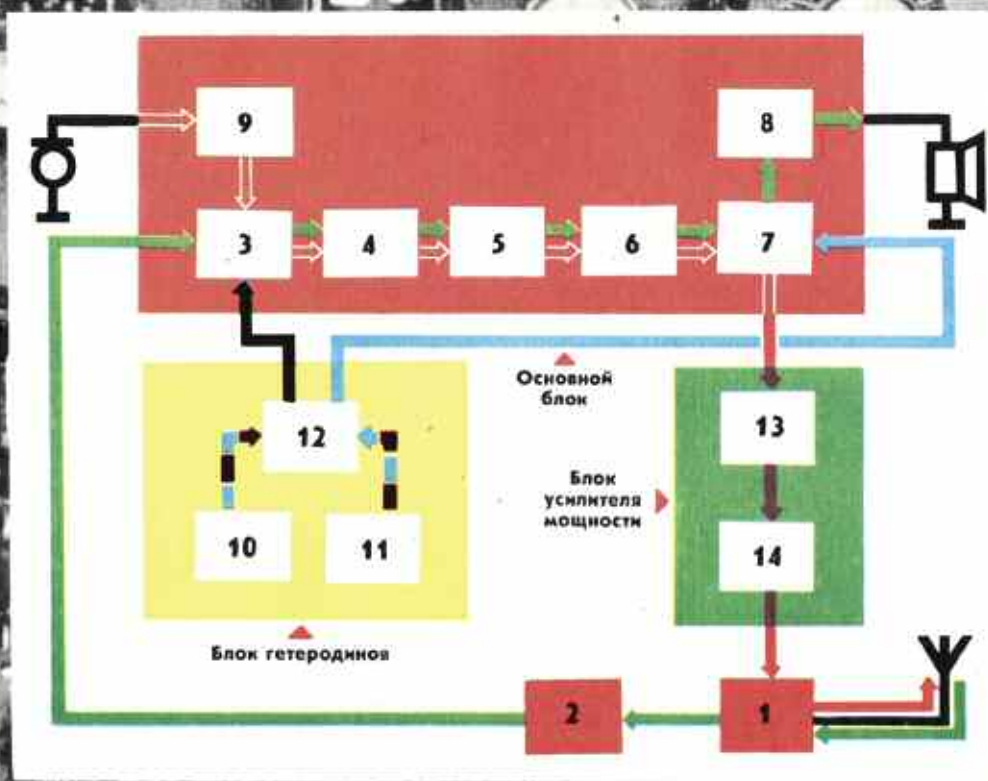




ТРАНСИВЕР РАДИО-76





СПОРТИВНАЯ АППАРАТУРА

Идея разработать в лаборатории журнала «Радио» трансивер, предназначенный для массового повторения радиолюбителями, вызвала горячие споры: каким ему быть? И не удивительно. С одной стороны, массовый трансивер должен использовать доступную широкому кругу радиолюбителей компонентную базу и быть простым в изготовлении и налаживании. С другой стороны, он должен быть, по крайней мере, не хуже уже известных конструкций (иначе его просто не интересно будет повторять!).

И еще одно обстоятельство следовало учесть при разработке подобного трансивера. Коротковолновик за несколько лет проходит путь от третьей до первой категории. За это время ему нужно создать три различные по своему уровню радиостанции. Как правило, предыдущую конструкцию он использует как «булку с изюмом» — извлекает из нее для новой радиостанции нужные детали. Некоторые коротковолновики пытаются сразу же повторить достаточно сложную конструкцию в надежде использовать ее и при переходе в более высокую категорию. Обычно это приводит к плачевным результатам. Из-за отсутствия опыта конструирования аппаратуры не удается довести до удовлетворительного уровня (при этом, правда, как правило, критике подвергаются конструкция и ее разработчик).

Решить «проблему роста», видимо, можно созданием эволюционирующей конструкции. Однако крайне трудно (да и вряд ли целесообразно) сделать трансивер, который путем модификации можно было бы довести от третьей категории до первой. Наиболее приемлемым представляется вариант, когда «в недрах» радиостанций второй категории зарождается будущий

трансивер первой категории. Причем основным требованием к блокам, используемым в первой конструкции, является возможность их применения без переделки (в крайнем случае — лишь с минимальными модификациями) в трансивере более высокого класса.

Именно таким и задуман трансивер для массового повторения. Первым этапом в его создании была разработка блоков, с помощью которых владелец радиостанции второй категории может выйти в эфир на SSB в диапазоне 80 м, используя их либо как самостоятельный однодиапазонный трансивер, либо как приставку к телеграфному передатчику, уже имеющемуся на радиостанции.

Попытки примирения противоречивых требований, желание учесть мнения всех принимавших участие в обсуждении проекта, борьба с постоянно возникающим в глубине души стремлением создать уникальный аппарат экстра класса — вот моральный климат, в котором в лаборатории журнала «Радио» рождалось новое детище — трансивер «Радио-76».

Сегодня редакция представляет на суд читателей первый вариант трансивера — однодиапазонный. В целях упрощения в нем отсутствуют элементы автоматики и автоматических регуляторов (за исключением простейшей АРУ), но возможность их введения предусмотрена: имеются вход для управляющего сигнала ALC, выходы на VOX и ANTI-TRIP.

В настоящее время авторы разрабатывают блоки, добавление которых превратит трансивер в пятидиапазонный.

Однодиапазонный трансивер прошел испытания на радиостанции UK3R и показал себя надежным и удобным в работе устройством, имеющим достаточно высокие характеристики.

Б. СТЕПАНОВ (UW3AX), мастер спорта СССР, Г. ШУЛЬГИН (UA3ACM), мастер спорта СССР

Трансивер предназначен для работы на SSB (нижняя боковая полоса) в телефонном участке 80-метрового любительского диапазона. Он имеет следующие характеристики: диапазон принимаемых и излучаемых частот — 3,6—3,65 МГц; чувствительность приемника (при соотношении сигнал/шум 10 дБ) — не хуже 1 мкВ; подавление зеркального канала при приеме — не менее —40 дБ; «забитие» (по отношению к уровню 10 мкВ) — не хуже 500 мВ; взаимная модуляция (по отношению к 1 мкВ) — не хуже 80 дБ; входное сопротивление приемника — 75 Ом; выходное сопротивление усилителя НЧ — 10 Ом; максимальное выходное напряжение НЧ (с работающей системой АРУ) — 0,8 В; изменение уровня выходного сигнала (при изменении уровня входного на 60 дБ) — не более 6 дБ; нестабильность частоты гетеродина (как для приемного, так и для передающего трактов) — не хуже 300 Гц/ч; пиковая выходная мощность — 5 Вт; уровень внеполосных излучений — не более —40 дБ; подавление несущей — не менее —50 дБ; выходное сопротивление передатчика — 75 Ом; напряжение питания — 12 В; ток покоя в режиме приема — 200 мА; ток покоя в режиме передачи — 360 мА.

Односигнальная избирательность приемника (подавление нерабочей боковой полосы) и неравномерность в полосе пропускания определяются электромеханическим фильтром. Типичными при использовании стандартного электромеханического фильтра ЭМФ-9Д-500-3В будут следующие значения этих параметров: полоса пропускания по уровню —6 дБ — 2,95 кГц, полоса пропускания по уровню —60 дБ — 4,85 кГц, неравномерность в полосе пропускания — не более 1,5 дБ.

Трансивер (без блока питания) выполнен на трех интегральных микросхемах, 11 транзисторах и 19 полупроводниковых диодах. Он собран по схеме, в которой тракт усилителя промежуточной частоты полностью используется как при приеме, так и при передаче. Такое решение в сочетании с применением кольцевых смесителей, также полностью используемых при приеме и при передаче, позволяет существенно упростить схему вплоть

до того, что все малосигнальные тракты трансивера на прием и на передачу можно сделать общими. В описываемой конструкции разделены функции лишь низкочастотных усилителей (усилителя НЧ приемника и микрофонного усилителя передатчика). Последнее привело к использованию нескольких дополнительных компонентов, но зато заметно упростило коммутацию.

Другая особенность трансивера — нетрадиционное построение приемного тракта (без усилителя высокой частоты, с кольцевым смесителем на входе). Это позволило получить хорошие характеристики по «забитию» и по взаимной модуляции. Несмотря на отсутствие усилителя ВЧ и использование пассивного смесителя, удалось получить чувствительность около 1 мкВ, более чем достаточную для работы на диапазоне 80 м.

Структурная схема трансивера приведена на 2-й с. вкладки. Трансивер состоит из трех блоков (основного, гетеродинов и усилителя). В режиме приема сигнал через антенный переключатель 1 и фильтр сосредоточенной селекции 2 поступает на первый кольцевой смеситель 3, расположенный в основном блоке. С блока гетеродинов на этот смеситель через коммутатор 12 подается напряжение высокочастотного гетеродина 10 с частотой, лежащей в интервале 4,1—4,15 МГц. Усиленный первым каскадом усилителя ПЧ 4 сигнал промежуточной частоты (500 кГц) проходит через электромеханический фильтр 5, усиливается вторым каскадом усилителя ПЧ 6 и поступает на второй кольцевой смеситель 7, выполняющий в этом режиме функции смесительного детектора. С платы гетеродинов через коммутатор 12 на него подается напряжение с частотой 500 кГц от гетеродина 11, а протектированный сигнал поступает на усилитель НЧ 8.

В режиме передачи сигнал с микрофона усиливается низкочастотным усилителем 9 и поступает на первый кольцевой смеситель 3, который в этом режиме выполняет функции балансного модулятора. С блока гетеродинов на него через коммутатор 12 подается напряжение гетеродина 11. Первый каскад усилителя ПЧ усиливает DSB сигнал. Электромеханический фильтр выде-

ляет из этого сигнала верхнюю боковую полосу, и сформированный SSB сигнал после усиления вторым каскадом усилителя ПЧ поступает на второй кольцевой смеситель, на который подается напряжение гетеродина 10 частотой 4,1—4,15 МГц (через коммутатор 12). Преобразованный сигнал усиливается усилителем мощности, состоящим из предварительного 13 и оконечного 14 усилителей, и через переключатель 1 поступает в антенну.

частотой 4,1—4,15 МГц. На выходе кольцевого смесителя выделяется сигнал промежуточной частоты (500 кГц), который усиливается услителем ПЧ, выполненным на транзисторе Т1. Предварительную фильтрацию сигнала ПЧ осуществляет колебательный контур L2C4C5C6, а основную — электрохимический фильтр Ф1, включенный в коллекторную цепь транзистора Т1. Для дальнейшего усиления сигнала в тракте ПЧ применена микро-

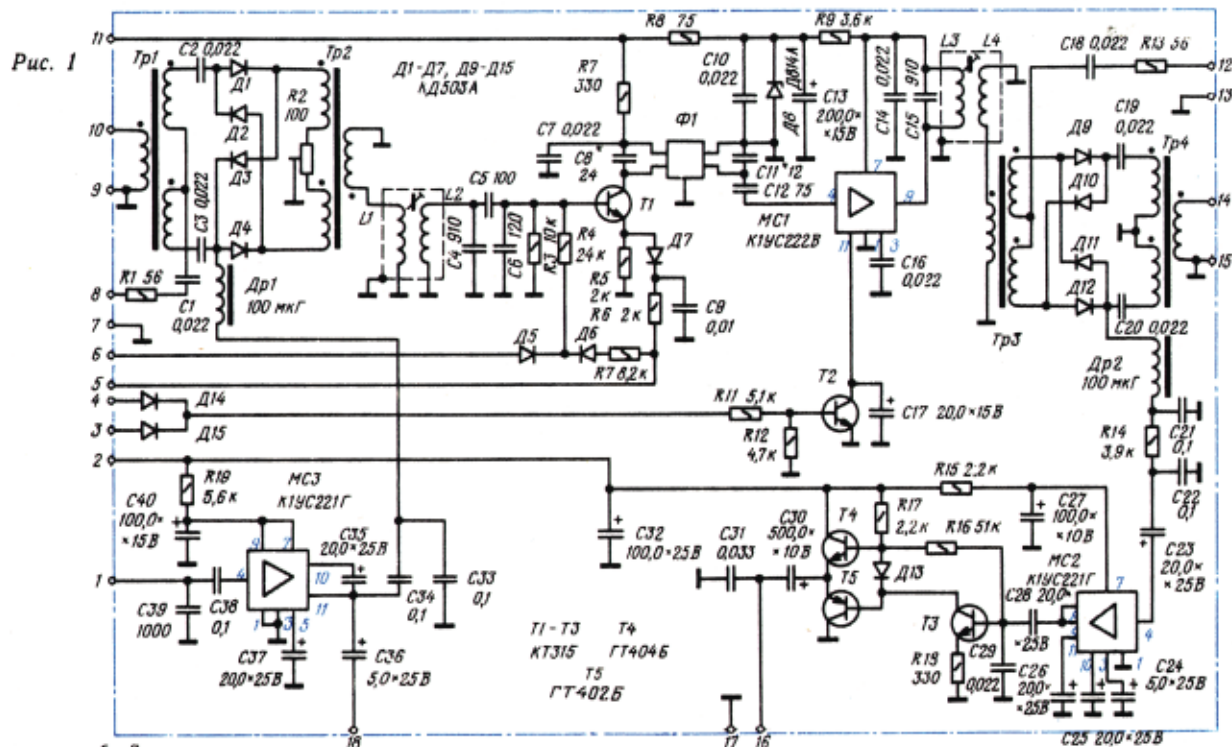


Рис. 2

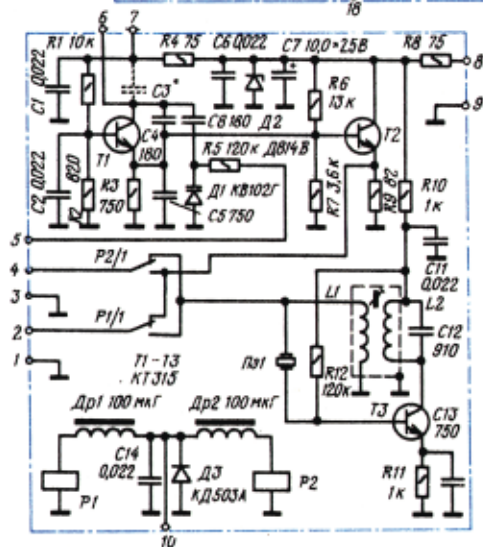


Рис. 3

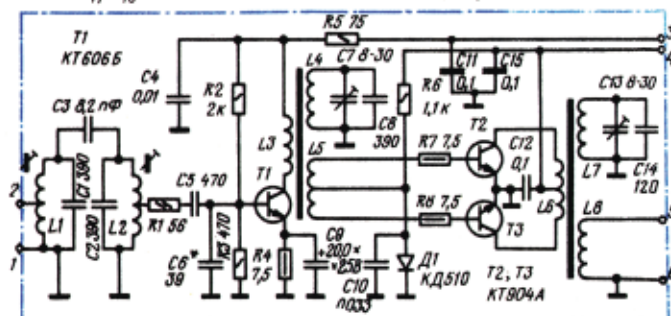


схема MC1, представляющая собой обычный каскадный усилитель*.

Выделенный на колебательном контуре L3C15 сигнал поступает на второй кольцевой смеситель на диодах D9—D12. Через выводы 12 и 13 на него с блока гетеродинов подается напряжение с частотой 500 кГц.

Прошедший через фильтр нижних частот Dp2C21R14C22 сигнал низкой частоты усиливается микросхемой MC2, представляющей собой двухкаскадный усилитель с непосредственными связями, и транзисторами T3—T5. К выводам 16 и 17 можно подключить громкоговоритель с сопротивлением 5—10 Ом или головные телефоны (желательно низкоомные).

* См. «Радио», 1975, № 7, с. 55.

Принципиальные схемы основного блока, блока гетеродинов и блока усилителя мощности приведены на рис. 1, 2 и 3 в тексте.

В режиме приема на первый кольцевой смеситель на диодах D1—D4 (рис. 1) через выводы 9 и 10 поступает сигнал, а через выводы 7 и 8 — напряжение гетеродина

В режиме передачи сигнал с микрофона поступает на вывод 1 и усиливается микросхемой *МС3*. Эта микросхема (в отличие от *МС2*) включена не совсем обычно: ее вывод 10 соединен через электролитический конденсатор не с корпусом, а с выводом 11 (микросхемы), с которого и снимается выходной сигнал. При этом уменьшаются ее коэффициент усиления и выходное сопротивление (примерно до 300 Ом).

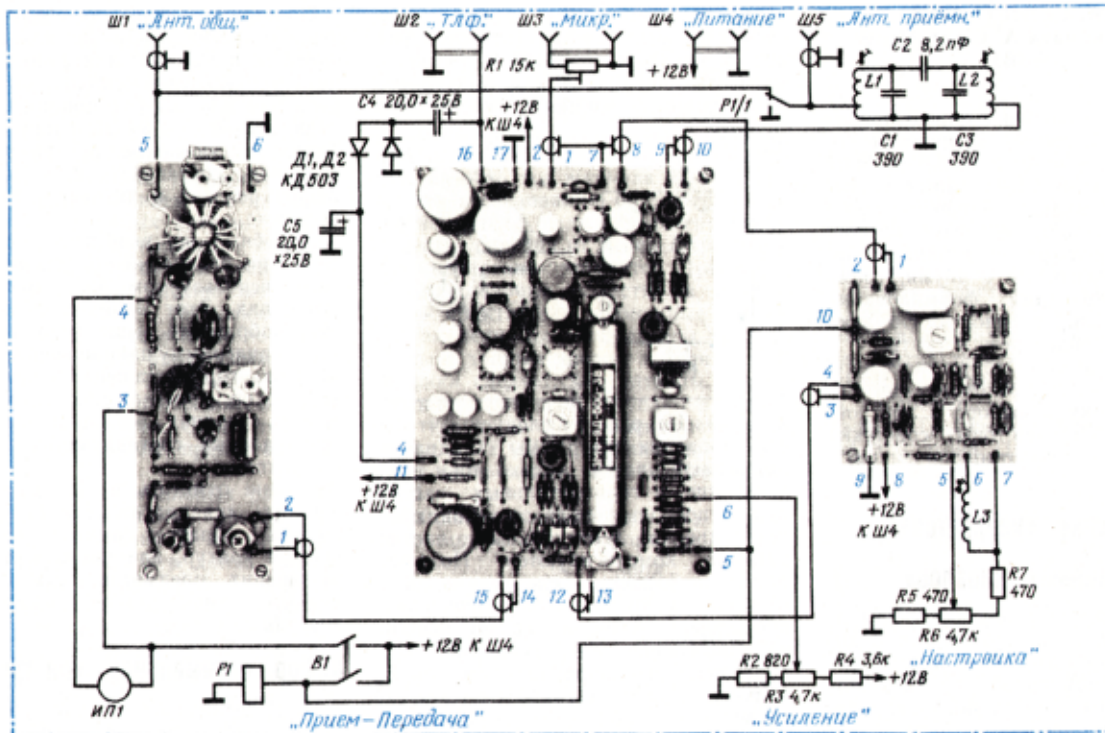


Рис. 4

С микрофонного усилителя низкочастотный сигнал поступает на первый кольцевой смеситель, который теперь выполняет функции балансного модулятора. На этот смеситель через выводы 8 и 9 блока гетеродинов подается напряжение частотой 500 кГц. Балансируют смеситель подстроечным резистором *R2*.

С балансного модулятора DSB сигнал поступает в тракт ПЧ, с выхода которого на второй кольцевой смеситель подается уже сформированный и усиленный SSB сигнал. Через выводы 12 и 13 на этот смеситель поступает напряжение гетеродина частотой 4,1–4,15 кГц. Преобразованный сигнал через выводы 14 и 15 поступает на усилитель мощности для фильтрации и усиления. С вывода 18 сигнал можно подать на VOX, а с выводов 16 и 17 — на ANTI-TRIP.

В блоке предусмотрена возможность автоматической регулировки усиления тракта ПЧ как при приеме (APY), так и при передаче (ALC). Эта регулировка осуществляется во втором каскаде усилителя ПЧ (микросхема *МС1*) вспомогательным транзистором *T2*. На базу транзистора управляющие сигналы подают через развязывающие диоды *D14* и *D15* (выводы 3 и 4).

Ручная регулировка усиления возможна только в режиме приема. Ее осуществляют, подавая через вывод 6 блока напряжение смещения на транзистор первого каскада усилителя ПЧ.

Единственный в основном блоке узел, коммутируемый при переходе с приема на передачу, также относится к этому каскаду. О том, как он работает, будет рассказано ниже.

В блоке гетеродинов (рис. 2) находятся коммутатор на реле *P1* и *P2* и два генератора. Один из них — генератор плавного диапазона (ГПД), изменением частоты которого осуществляется настройка на рабочую частоту. Он выполнен на транзисторе *T1*.

На транзисторе *T2* собран буферный каскад. Катушка индуктивности колебательного контура генератора находится вне платы и подключается к ней через выводы 6

и 7. Такое решение позволит в дальнейшем, при перенесении платы гетеродинов в трансивер первой категории, легко изменить диапазон рабочих частот гетеродина, не внося изменений в саму плату. Частоту ГПД изменяют варикапом *D1*, подавая на него через вывод 5 управляющее напряжение.

Второй генератор (на частоту 500 кГц) выполнен на транзисторе *T3*. Его частота стабилизирована кварцевым резонатором *Пз1*.

Положение контактов коммутатора реле на рисунке соответствует режиму приема (напряжение на реле не подано). Через выводы 1 и 2 напряжение с блока гетеродинов подается на первый смеситель (выводы 7 и 8 основного блока), а через выводы 3 и 4 — на второй смеситель (выводы 12 и 13 основного блока). Управляющее напряжение на реле *P1* и *P2* подают через вывод 10, а напряжение питания на блок гетеродинов — на выводы 8 и 9.

В режиме передачи сигнал с основной платы поступает на выводы 1 и 2 платы усилителей мощности (рис. 3). Полосовой фильтр *LIC1C3L2C2* выделяет из поступающего на него сигнала полезный, лежащий в полосе рабочих частот трансивера. Первый каскад усилителя мощности (транзистор *T1*) работает в режиме класса А, а оконечный каскад, выполненный по двухтактной схеме на транзисторах *T2* и *T3*, — в режиме класса В. Смещение на транзисторы задает стабилизатор на диоде *D1*. Выходной сигнал на антенну снимают с катушки связи *L8* (через выводы 5 и 6). Питание на

(Продолжение см. на с. 25)

ТРАНСИВЕР «РАДИО-76»

(Начало см. на с. 17)

первый каскад подают через вывод 3, а на окончный — через вывод 4.

Схема соединения блоков трансивера и деталей, установленных вне этих блоков, приведена на рис. 4 в тексте. Для блоков на этом рисунке даны фотографии их печатных плат. Антенну подключают к разъему Ш1 и через контакты Р1/1 антенного реле принимаемый сигнал поступает на двухконтурный полосовой фильтр L1C1C2L2C3. С фильтра сигнал подается на основной блок. Через разъем Ш5 возможно подключение отдельной приемной антенны, минуя антенный переключатель.

Переменным резистором R6 трансивер настраивают на рабочую частоту, а резистором R3 изменяют усиление тракта ПЧ при приеме.

Диоды Д1, Д2 и конденсаторы С4, С5 образуют выпрямитель с удвоением напряжения, формирующий сигнал управления АРУ.

Выключателем В1 трансивер переводят из режима «Прием» в режим «Передача». На схеме он показан в положении режима «Прием». В режиме «Передача» через верхние контакты выключателя на блок усилителя мощности подается питание, а через нижние контакты — напряжение +12 В на реле Р1 антенного переключателя, реле Р1 и Р2 коммутатора, расположенные в блоке гетеродинов (рис. 3), и на вывод 5 основного блока.

Разберем принцип коммутации при переходе с приема

на передачу в первом каскаде усилителя ПЧ основного блока (рис. 1). В режиме «Прием» нижний по схеме вывод резистора R6 присоединен к корпусу через обмотку реле Р1 (рис. 2), диод Д7 открыт напряжением, падающим на резисторе R5. Конденсатор С9, подключенный параллельно резистору R5, уменьшает отрицательную обратную связь по переменному току. Усиление каскада в этом случае максимально. При подаче на вывод 5 постоянного напряжения +12 В диод Д7 закрывается, отключая конденсатор С9 от резистора R5. Коэффициент усиления каскада скачкообразно уменьшается. Это позволяет избежать перегрузки тракта ПЧ относительно большим сигналом, поступающим в тракт с кольцевого смесителя в режиме передачи. Цепочка R6Д6Д5 обеспечивает подачу на базу транзистора Т1 в режиме передачи постоянного смещения, не зависящего от напряжения на выводе 6, то есть от установки уровня усиления ПЧ в режиме приема.

Сигнал с микрофона поступает через разъем Ш3. Подстроечным резистором R1 устанавливают необходимый уровень этого сигнала. По прибору ИП1 контролируют ток, потребляемый окончным каскадом усилителя мощности.

Головные телефоны или громкоговоритель подключают к разъему Ш2.

Питается трансивер от стабилизированного источника питания через разъем Ш4.

(Окончание следует)