

A stylized illustration on the left side of the cover. It features a blue background with white line art. At the top, a book is shown with a gear-like shape below it. Below the gear, there are various tools and components, including what looks like a compass, a pencil, and some electrical or mechanical parts, all rendered in white lines.

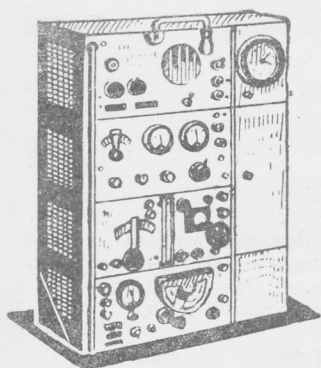
БИБЛИОТЕКА
ЮНОГО КОНСТРУКТОРА

С. Алексеев

**ШКОЛЬНАЯ
РАДИОСТАНЦИЯ**

ШК-2

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСЛАФ



dv.

С. Алексеев

ШКОЛЬНАЯ РАДИОСТАНЦИЯ

ШК-2

Dr. S. Koolivõidit nim.
Eesti NSV Riiklik
Raamatukogu

VA 175.515

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ
Москва — 1962

В брошюре описаны два передатчика и два приемника, работающие на диапазонах 28 и 144 Мгц, модулятор для анодно-экранной модуляции, блок питания и простые антенны.

В ней рассказывается также об организации работы учащихся на коллективной радиостанции, о подготовке операторов, содержании их работы, об исследовательской работе школьников в области распространения КВ и УКВ.

Брошюра предназначена для учителей физики — руководителей школьных кружков по УКВ и учащихся старших классов. Техническая часть ее полезна и для отдельных радиолюбителей, занимающихся УКВ, имеющих небольшой конструкторский опыт и желающих усовершенствовать свою аппаратуру.

ВВЕДЕНИЕ

Радиостанция ШК-2 рассчитана на работу в наиболее высокочастотной части КВ диапазона ($\lambda=10,5$ м) и в диапазоне метровых волн ($\lambda=2$ м).

Волны десятиметрового диапазона по своим свойствам и законам распространения в тропосфере и ионосфере можно отнести скорее к диапазону ультракоротких волн (УКВ), чем к диапазону коротких волн (КВ).

Экспериментальная радиоловительская работа на УКВ началась в нашей стране в 1925 году учащимися школы г. Бабушкина.

До 1951 года эта работа не носила массового характера, так как тормозилась главным образом из-за отсутствия хороших ламп и деталей, работающих на высоких частотах.

Появление качественных деталей и ламп с хорошими параметрами позволило радиоловителям конструировать более совершенную передающую и приемную аппаратуру. Если в 1935—1939 годах максимальная дальность действия УКВ передатчика составляла 4—6 км, то в 1952—1953 годах любительская связь на УКВ уже велась на расстоянии 80—90 км. Но все же за четверть века в области любительской техники УКВ было сделано очень мало. По-прежнему радиоловители занимались,

в основном, техникой и спортом на коротких волнах. Положение резко изменилось в 1956 году. Этот год стал переломным и знаменательным в истории нашего ультракоротковолнового спорта. В эфире зазвучали позывные сотен индивидуальных и коллективных УКВ станций. Среди коллективных станций наибольшее число их принадлежит школам. Как и следовало ожидать, юные радиолюбители — учащиеся школ образовали огромную армию активных и страстных любителей УКВ спорта. По инициативе журнала «Радио» в январе 1957 года были проведены первые школьные всесоюзные соревнования. В них приняло участие свыше 224 школ страны. Только в Москве работало более 40 станций, около 100 операторов и свыше 400 наблюдателей.

Начали работать и пионерские коллективные станции городских и районных домов пионеров. Успешно работает станция в Московском городском Доме пионеров, в Доме пионеров Ждановского района г. Москвы, в Ивановском Дворце пионеров, в домах пионеров Новосибирской, Кемеровской областей и в других областях страны.

В связи с быстрым ростом числа радиостанций в школах и оживлением работы на УКВ возросла активность в этом виде спорта индивидуальных радиолюбителей и радиоклубов ДОСААФ.

Радиолюбительство на УКВ быстро развивается, потому что стало проще получить разрешение для работы на УКВ и можно работать на коллективных передающих станциях учащимся с 12 лет, а на индивидуальных с 16 лет.

Теперь, когда ежедневно в эфире работают десятки и сотни операторов, на ультракоротких волнах возможны связи на расстояниях до нескольких тысяч километров: летом благодаря инверсиям в тропосфере, зимой благодаря отражению УКВ от ионосферы. Радиолюбители — учащиеся школ гг. Москвы, Новосибирска, Бар-

наула, Акмолинска, Кемерова, Ташкента, Ростова-на-Дону, Новочеркасска, Кирова, Свердловска и многих других держат двусторонние связи на расстояниях до 7500 км. Нередки дни, когда отдельным радиолюбителям (например, г. Новосибирска) удается провести до 60—80 дальних связей.

В ряде школ городов и поселков комитету комсомола удалось вовлечь в радиоработу широкие массы учащихся. В связи с этим перед преподавателями физики встала важная задача, заключающаяся не только в том, чтобы помочь юным радиолюбителям, но и возглавить радиотехническую и спортивно-массовую работу учащихся в области радио.

Радиолюбительская работа в школах могла бы проходить с большим успехом и пользой, если бы руководители радиокружков — преподаватели физики имели пособие, которое помогло бы им и их кружковцам правильно организовать работу на коллективной радиостанции, являющейся в школе центром пропаганды радиотехнических знаний среди учащихся.

В настоящей брошюре (в части II) изложены возможные формы работы школьников на приеме-передающей станции и даны необходимые для руководителя методические указания.

Для того чтобы работа на коллективной радиостанции шла успешно, операторы должны хорошо знать и безукоризненно выполнять требования, предъявляемые ко всем тем, кто работает на любительской радиостанции. Для этого в брошюре даны правила радиообмена, не зная которых нельзя культурно работать в эфире. Брошюра также знакомит учащихся и их руководителей с тем, как организовать массовое участие школьников в радиосоревнованиях.

На коллективной радиостанции можно (и это следует делать) развернуть большую исследовательскую работу, участвуя в которой школьники получают необхо-

димые первоначальные навыки исследования. Эта часть работы имеет огромное значение для формирования высоких качеств у учащихся, необходимых им для творческой самостоятельной работы.

АППАРАТУРА ШКОЛЬНОЙ РАДИОСТАНЦИИ

ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРЕДАТЧИКУ

После того как в школе все подготовлено для создания станции: кружковцами изучены основы техники УКВ, собраны детали, найдена комната, получено разрешение от инспекции связи, ребята склоняются над книгами. Они рассматривают схемы, конструкции передатчиков одно-, двух- и трехламповых, простых, сложных, мощных, маломощных. На каком из них остановить свой выбор?

Маломощный передатчик прост по конструкции, содержит мало деталей. Эта конструкция очень заманчива и, главное, ее изготовление не займет много времени. А ведь всем так хочется поскорее выйти в эфир, провести свои первые, полные радостных волнений, запоминающиеся на долгие годы связи. Но при маломощном передатчике многие вызовы останутся без ответа. Это огорчит оператора, снизит его энтузиазм, а главное, может привести к общему снижению активности всего коллектива операторов.

Для радиолюбительских станций — коллективных и индивидуальных — установлены три категории в зависимости от мощности оконечного каскада генератора высокочастотных колебаний: первая — 200 *вт*, вторая — 40 *вт*, третья — 10 *вт*. Разрешенная мощность опреде-

ляется производением тока, потребляемого выходной лампой генератора, на подводимое к ней анодное напряжение (эта мощность называется подводимой).

Все впервые открываемые радиостанции имеют мощность не более 10 *вт*. В дальнейшем, по мере накопления опыта работы и повышения технического мастерства, получают разрешение на передатчик второй категории (40 *вт*), а затем после длительной, успешной и активной работы — на передатчик первой категории (200 *вт*).

Мощность 10 *вт*, безусловно, недостаточна для коллективной станции. Однако маломощный передатчик необходим для совершенствования знаний и умения четко работать в эфире. После того как будет пройден подготовительный этап, следует перейти на более мощный передатчик.

Для школьной коллективной радиостанции наиболее подходящим является передатчик мощностью 40 *вт*.

При использовании передатчика в 40 *вт* и при хорошо согласованной антенне возможны постоянные связи с местными станциями, удаленными на расстояние до 80—100 *км*, и с дальними корреспондентами, находящимися на расстоянии нескольких тысяч километров.

Применение более мощных передатчиков в условиях школы не оправдано. Передатчик большой мощности при неумелом обращении создает сильные помехи другим радиостанциям и в то же время не обеспечивает сколько-нибудь значительных преимуществ в связях. Кроме того, требует от оператора высокого искусства, которого не может дать школа ученику, работающему на станции, как правило, не более одного-двух лет.

Очень важно иметь передатчик, который давал бы колебания, устойчивые по частоте. Высокая стабильность частоты генерируемых передатчиком колебаний совершенно необходима для оперативной работы станции вообще и получения высоких показателей в соревнованиях, во время которых работает огромное количество станций.

Передатчик должен быть конструктивно выполнен так, чтобы его перестройка с одной частоты на другую, а также переход с передачи на прием и обратно занимали мало времени, были связаны с минимальным чи-

слов переключений, а следовательно, и движением рук оператора.

Это условие важно для операторов индивидуальной и коллективной нешкольной станций. Для школы же оно приобретает особое значение, так как в ней работают самые юные операторы, не имеющие большого опыта в обращении с аппаратурой, не знающие достаточно радиотехнику.

Кроме того, на школьной станции операторов очень много (до 20). Они дежурят строго по графику. На каждого оператора приходится не более двух часов в неделю, а то и меньше. Ограниченное время работы не позволяет операторам выработать навыки, доведенные до автоматизма и необходимые им для осуществления скоростных связей. Следовательно, в передатчике должно быть как можно меньше переключателей.

Индивидуальный радиолюбитель или опытный оператор какой-либо нешкольной коллективной радиостанции имеет в своем распоряжении неограниченно много времени для тренировок в скоростных связях и для него «хитроумные» переключения уже не трудны.

Передатчик станции должен обеспечивать только телефонную работу.

Сейчас, когда в распоряжение начинающих радиолюбителей предоставлен один из международных диапазонов (28—29,7 *Мгц*), требования к операторам, к мастерству их работы чрезвычайно возросли. Повысились требования и к аппаратуре, предназначенной для работы в телеграфном участке (28,0—28,2 *Мгц*) диапазона.

В условиях школы невозможно изучить телеграфную азбуку и радиолюбительский код в объеме, достаточном для четкой работы, без ущерба учебным занятиям. Нечетко, медленно и путано работать телеграфом на несовершенном передатчике нельзя.

В конструктивном отношении станция независимо от числа диапазонов, на которые она рассчитана, должна быть одним целым. В школах наряду с более или менее подготовленными операторами работают и слабо подготовленные учащиеся, которые проходят предварительную практику, готовящую их в дальнейшем к самостоятельной работе.

Отдельные блоки, разбросанные по столу и связанные между собой причудливой паутиной проводов, затрудняют работу начинающих операторов, а иногда делают ее просто невозможной.

КОНСТРУКЦИЯ ШКОЛЬНОЙ РАДИОСТАНЦИИ ШК-2*

Описываемая радиостанция состоит из шести блоков: модулятора, общего для диапазонов 28 и 144 Мгц, генератора на 28 Мгц**, приемника на 28 Мгц, генератора на 144 Мгц, приемника на 144 Мгц и блока питания. Модулятор содержит всего три каскада, он прост в монтаже и его не нужно налаживать. В модулятор встроены динамический громкоговоритель, необходимый для осуществления громкоговорящего приема. Генератор на двухметровый диапазон (144—146 Мгц) также прост по схеме и конструкции. Он содержит всего два каскада: возбудитель, работающий на рабочей частоте, и усилитель мощности. Генератор, предназначенный для работы в десятиметровом диапазоне, содержит три каскада. В нем применено удвоение частоты, что обеспечивает достаточную для телефонной работы стабильность частоты колебаний. Приемник двухметрового диапазона собран по схеме супергетеродина, но со сверхрегенеративным детектором. В нем содержатся два каскада усиления ВЧ, один каскад усиления ПЧ, гетеродин, смеситель и каскад усиления НЧ. Сверхрегенеративный детектор облегчает налаживание, настройку ВЧ тракта приемника и обеспечивает высокую чувствительность***.

Приемник десятиметрового диапазона является пятиламповым супергетеродином; он содержит два каскада усиления ВЧ, два каскада усиления ПЧ, гетеродин, смеситель, диодный детектор, усилитель напряжения для S-метра, два каскада усиления НЧ. Он собран в основном из заводских деталей, облегчающих сборку

* Описание первой разработки дано в брошюре С. Алексева, Д. Зимины «Школьная УКВ радиостанция», Изд. ДОСААФ, 1956 г.

** Высокочастотная установка, не содержащая модулятора для телефонной работы и устройства для посылки телеграфных сигналов, называется генератором ВЧ.

*** В брошюре дается также описание схемы приемника прямого усиления.

и налаживание, и обладает высокой чувствительностью (меньше 1 мкв).

Все блоки радиостанции, за исключением выпрямителя, размещены в общем каркасе. Для питания можно использовать выпрямитель от «Школьной УКВ радиостанции» (см. сноску на стр. 10). Общий вид радиостанции ШК-2 (без блока питания) дан на рис. 1. Бло-

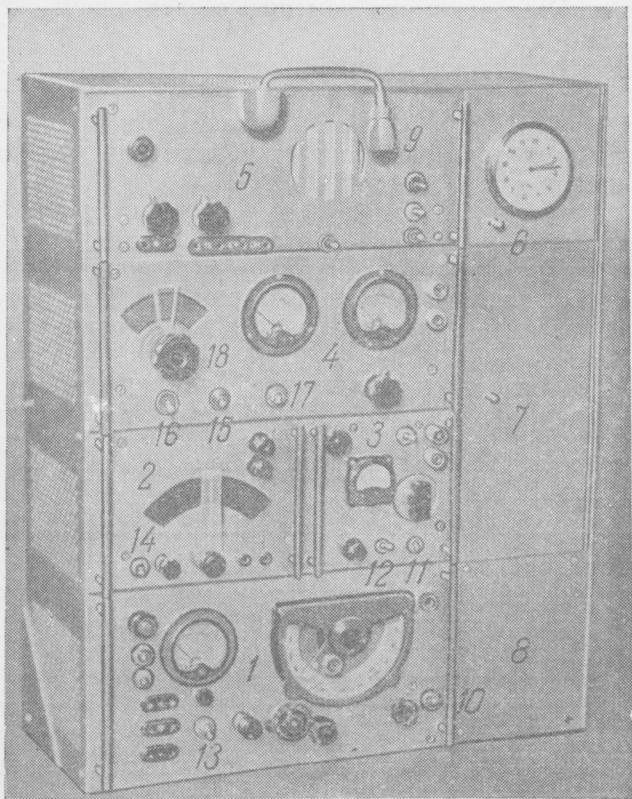


Рис. 1. Общий вид радиостанции ШК-2:

1 — приемник на диапазон 28 Мгц; 2 — приемник на диапазон 144 Мгц; 3 — генератор на диапазон 144 Мгц; 4 — генератор на диапазон 28 Мгц; 5 — модулятор; 6 — часы и шкаф для QSL-карточек; 7 — шкаф для микрофона, телефона и аппаратного журнала; 8 — резервный шкаф; 9 — подсвет; 10—18 — ручки управления и выключатели

ки расположены так, чтобы работа оператора была более удобной. Приемником на десятиметровом диапазоне пользуются наиболее часто и продолжительно (иногда по 18 часов подряд). Он расположен в самой нижней части (первом «этаже») каркаса.

При работе с приемником рука оператора все время лежит на столе и поэтому не так быстро устает. Приемником двухметрового диапазона пользуются значительно реже. Этот приемник помещен в следующем «этаже» каркаса.

На одном уровне с ним справа находится генератор на диапазон 144 *Мгц*. Над ним размещен генератор на диапазон 28 *Мгц* и в самой верхней части каркаса — модулятор, который в процессе работы не нуждается ни в каких манипуляциях.

В правой части каркаса вмонтированы часы, необходимые для коллективной станции. Ниша часов предназначена для хранения карточек-квитанций. Она разделена на два ящика: в одном хранятся бланки карточек, в другом — карточки, подлежащие отправке корреспондентам.

Ниже часов расположен шкаф для хранения телефона, микрофона и аппаратного журнала. Все это создает большие удобства в работе операторов, сводит к минимуму время, затрачиваемое на приготовление станции к работе.

Самая нижняя правая часть каркаса в конструкции не использована. Она является резервной, чтобы в дальнейшем можно было разместить малогабаритную радиостанцию на диапазон 420—435 *Мгц*.

Можно и иначе использовать этот резерв. В ходе эксплуатации станции у операторов возникают различные планы дополнительных устройств. В таком случае нижний отсек и можно использовать в соответствии с возникшими планами по дальнейшему оснащению школьной станции.

Конструкция станции позволяет быстро включать все блоки станции, легко перестраивать ее передатчики с одной частоты на другую и переходить с одного диапазона на другой.

После включения блока выпрямителей, питающих модулятор, генераторы и приемники, можно работать в любом из двух диапазонов.

Передатчик на десятиметровый диапазон включается и выключается тумблером 15, приемник — тумблером 10 (сеть питания).

При левом положении тумблера 15 десятиметровый передатчик выключается, а двухметровый готов к работе. Для этого достаточно поставить ручку тумблера 11 в правое положение. Накал ламп генераторов выключается тумблерами 12 и 17.

Приемник на диапазон 144 Мгц включается и выключается тумблером 14 (сеть питания). Чтобы не утомлять оператора, во время передачи анодное напряжение с десятиметрового приемника снимается тумблером 13.

Если надо осуществить самоконтроль передачи, то анодное напряжение остается включенным, а соответствующими ручками устанавливается низкий уровень усиления (в первом приемнике — по ПЧ, а во втором — по НЧ), при котором возможен неискаженный прием собственной передачи.

Настройка десятиметрового передатчика на частоту корреспондента (и его перестройка с одной частоты на другую) осуществляется в основном одной ручкой задающего генератора 18.

Чтобы исключить крайне нежелательные помехи уже работающим станциям, настройка передатчика на требуемую частоту производится только при работающем задающем генераторе (тумблер 16). Удвоитель и усилитель мощности при этом остаются выключенными. Настраивают по максимальному отклонению стрелки S-метра (индикатора уровня несущей частоты). После этого задающий генератор выключается и тумблером 15 включается весь передатчик. Требующуюся незначительную подстройку выходного каскада производят уже в процессе передачи. При работе в полосе частот шириной до 0,5 Мгц выходной каскад в подстройке вообще не нуждается. Этим обеспечивается оперативность в проведении связей.

Передатчик на диапазон 144 Мгц имеет плавную настройку частоты, но практически перестраивать этот передатчик не следует, так как число радиостанций, работающих в этом диапазоне, небольшое.

Все блоки радиостанции в случае необходимости можно легко вынуть из каркаса. При такой конструк-

ции удобно ремонтировать любой из блоков и исключается попадание оператора под высокое напряжение. Приемные блоки выполнены с автономным питанием, т. е. совместно с выпрямителем. Это позволяет использовать приемники отдельно, устанавливая их вне помещения станции для проведения различного рода экспериментов по определению качества работы своего передатчика и слышимости его на различных расстояниях.

Блок-схема передающей части радиостанции ШК-2 приведена на рис. 2. От выпрямителя 1 питаются модулятор и удвоитель частоты, от выпрямителя 2 — задающие генераторы (возбудители) обоих генераторов, выпрямитель 3 питает выходные каскады (усилители мощности) обоих передатчиков.

Все блоки вставляются в общий шкаф, выполненный



Рис. 2. Блок-схема передающей части радиостанции ШК-2

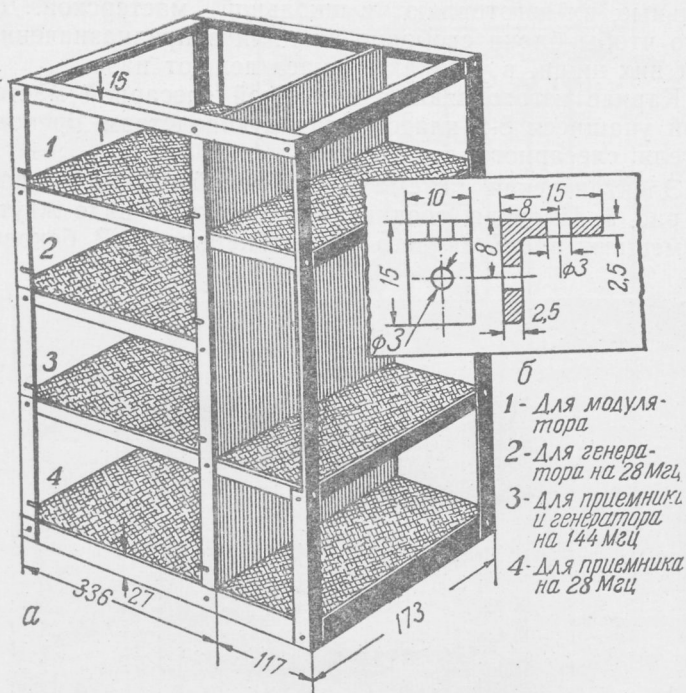


Рис. 3. Футляр для радиостанции:

а — каркас для радиостанции и его размеры; *б* — уголок для крепления панелей блоков

Расстояние между полками каркаса (1-4) сверху вниз: 130, 137, 133, 165 мм

на каркасе из уголкового дюралюминия, облицованного листовым дюралюминием толщиной 2 мм. Размеры каркаса показаны на рис. 3, а размещение блоков в шкафу — на рис. 4. Для обеспечения хорошей вентиляции одна из боковых сторон (левая) шкафа, верх и задняя сторона имеют много отверстий. Задняя сторона шкафа выполнена в виде двух дверок, открывающихся наружу. Это позволяет осуществлять подключение колодок к фишкам питания и в случае необходимости усиливать охлаждение станции, что достигается полным раскрытием дверок, которые укрепляют при помощи сплошных петель. Блоки крепятся с помощью болтов со стороны передней панели. Нарезку делают непосредственно в каркасе. Замки-шпингалеты — само-

дельные, их изготавливают в школьной мастерской. Для того чтобы блоки свободно входили в предназначенные для них ниши, в уголках каркаса делают пазы.

Каркас изготавливают в школьной слесарной мастерской учащиеся 8-х классов под руководством преподавателя слесарного дела.

Электрическая схема соединений блоков дана на рис. 5. Провода, соединяющие блоки, в виде жгутов размещают вдоль заднего уголка каркаса. В боковых



Рис. 4. Размещение блоков в шкафу:
1 — приемник на 28 Мгц; 2 — приемник на 144 Мгц; 3 — генератор на 144 Мгц; 4 — генератор на 28 Мгц; 5 — модулятор

Колодка сетевого питания
приемника на 14,4 Мгц

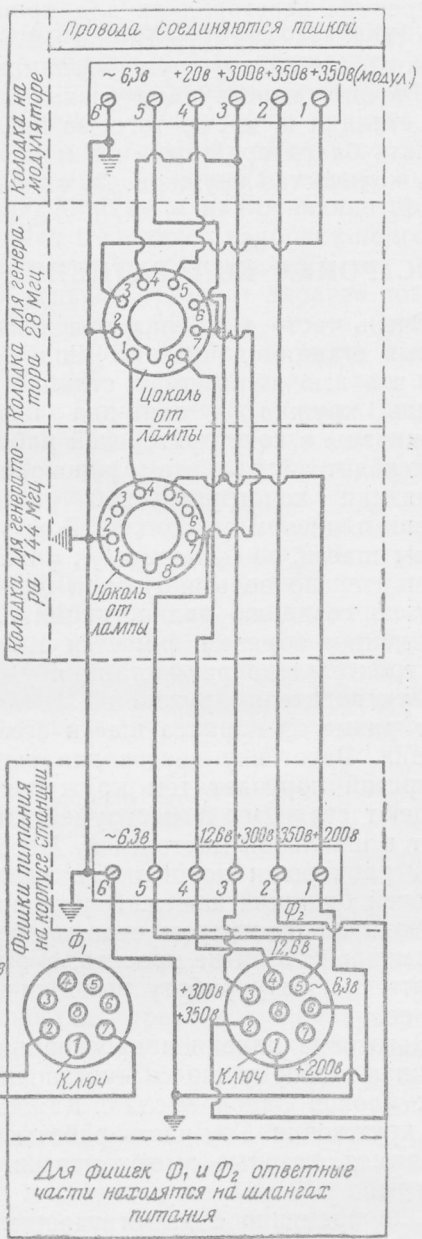
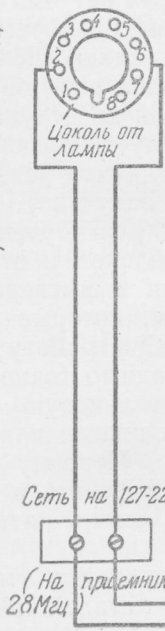


Рис. 5. Электрическая схема соединения блоков радиостанции

внутренних перегородках для пропуска проводов делают отверстия диаметром не менее 15 мм. Провода должны иметь хорошую изоляцию.

Блочная конструкция очень удобна при эксплуатации станции и, кроме того, ее значительно быстрее построить благодаря тому, что можно значительно увеличить количество кружковцев, одновременно занятых работой.

ПОСТРОЙКА КОЛЛЕКТИВНОЙ РАДИОСТАНЦИИ

Очень часто в школах при конструировании коллективных станций допускают ошибку, заключающуюся в том, что всю аппаратуру станции изготовляют руководитель кружка и один-два школьника. Остальные кружковцы в конструкторской работе не участвуют. Это происходит потому, что у руководителя нет опыта в организации конструкторской работы одновременно с большим числом учащихся. Если станцию делают на одном шасси, то больше двух учащихся работой занять действительно нельзя. Но при блочной конструкции работу по созданию радиостанции следует организовать следующим образом (имеется в виду, что разрешение на строительство радиостанции уже получено).

Руководитель кружка по имеющимся чертежам делает разметку каркаса шасси всех блоков и отверстий на них. Заготовку листов для шасси и высверливание отверстий поручает тем кружковцам, которые хорошо владеют станками и инструментом. Эту работу выполняют в школьной мастерской. Необходимо точно соблюдать размеры и хорошо отделывать лицевую сторону панелей будущих шасси. В условиях школы панели покрывать лаком-муаром невозможно. Поэтому можно рекомендовать их не красить, а отшлифовать и отполировать. Всю эту работу выполняют четыре-пять кружковцев.

Заготовив панели и просверлив основные отверстия, начинают сборку шасси, установку деталей и монтаж всех блоков одновременно. Каждый блок изготовляют два кружковца. Эту часть работы следует поручить тем учащимся, которые имеют навыки монтажа радиоаппаратуры.

Одновременно с этими учащимися к работе присту-

пают кружковцы, которым поручают изготовление блока выпрямителей (два человека). Не дожидаясь окончания монтажных работ, устанавливают антенну (на 28 и 144 Мгц). Антенну можно ставить, не получив еще разрешения на строительство станции. Ее изготавливают и устанавливают три-четыре кружковца; ставят антенну в теплое время года. Монтаж и налаживание приемника на диапазон 28 Мгц выполняет наиболее подготовленный кружковец или сам руководитель.

Чтобы работа шла успешно, следует заранее позаботиться о необходимых деталях. Мелкие детали (конденсаторы, сопротивления и др.) можно получить в местных радиоклубах ДОСААФ, которые оказывают школам всемерную помощь. Другие детали (электролитические конденсаторы, трансформаторы, лампы и др.) приобретают с помощью родительского комитета школы или шефствующих организаций.

В соответствии с существующими положениями о материальном оснащении школы руководители школ могут получать в безвозмездное пользование различные приборы и аппаратуру, в том числе и радиотехническую. Следует лишь проявить необходимую инициативу.

Участие в строительстве всех кружковцев позволяет сконструировать станцию, описание которой дано в настоящей брошюре, в течение четырех-шести месяцев.

ПРИЕМНИКИ РАДИОСТАНЦИИ

При выборе схемы приемников для школьной радиостанции приходится руководствоваться следующим. Приемник прямого усиления — сверхрегенератор изготовить просто. Он имеет мало деталей и его сравнительно легко настроить. При небольшом числе ламп (2—3) он обладает чувствительностью, превосходящей супергетеродинный приемник средней сложности (4—5 ламп).

Но наряду с положительными качествами у сверхрегенератора есть и недостатки. Он шумит, утомляя оператора, создает сильнейшие помехи соседним станциям. Эти помехи полностью не уничтожаются с применением одного-двух каскадов усиления ВЧ, они лишь ослабляются, но проявляются в радиусе до 150 м и более. Практически работа нескольких радиостанций ста-

новится невозможной, если в районе школы появится хотя бы один сверхрегенератор.

Кроме того, сверхрегенеративный приемник обладает очень низкой избирательностью, что ставит его владельцев, участвующих в соревнованиях, в неравные и невыгодные условия по сравнению с теми, кто применяет супергетеродинные приемники. Поэтому от схемы приемника прямого усиления следует отказаться. Но не всегда. И вот почему.

Приемник, собранный по супергетеродинной схеме, свободен от перечисленных недостатков. Но его сложно построить, он содержит много деталей и среди них немало ВЧ контуров. Его трудно налаживать и настраивать, особенно при отсутствии специальных измерительных приборов. Трудности налаживания даже при наличии приборов полностью не устраняются.

Изготовить супергетеродинный приемник, имеющий хотя бы удовлетворительную чувствительность (5—7 мкв/м) на диапазоне 144—146 Мгц, силами учащихся школ невозможно. Поэтому в описываемой радиостанции применен не сверхрегенератор и не супергетеродин, а суперсверхрегенератор — приемник, обладающий достоинствами сверхрегенератора и супергетеродина и не имеющий их недостатков.

Применение в суперсверхрегенераторе сверхрегенеративного детектора обеспечивает этому приемнику высокую чувствительность всего при одном каскаде усиления ПЧ и намного облегчает настройку приемника. Усиление, даваемое одной лампой, работающей в режиме сверхрегенеративного детектирования (более 100 000), превосходит общее усиление, даваемое многокаскадным усилителем ПЧ. Обратного излучения в антенну здесь нет, так как детектор отделен от входного контура смесителем, каскадом усиления ПЧ и несколькими каскадами усиления ВЧ.

Резкое повышение чувствительности можно получить, если суперсверхрегенератор использовать как приставку к приемнику десятиметрового диапазона. Для этого сверхрегенеративный детектор отключают (вынимают лампу), а сигнал с каскада усиления ПЧ подают на вход приемника, настроенного на промежуточную частоту. При этом осуществляют прием с двойным преобразованием частоты. С помощью приставки (конвер-

тера) и приемника можно получить приемное устройство, обладающее исключительно высокой чувствительностью, составляющей доли микровольта.

Такая высокая чувствительность обеспечивается тем, что при использовании приемников, описание которых дается в данной брошюре, усиление сигнала в общей сложности осуществляется семью каскадами (два каскада усиления ВЧ и один каскад усиления ПЧ в конвертере; два каскада усиления ВЧ—два каскада усиления ПЧ в приемнике на диапазон 28 *Мгц*). В таком варианте приемник на двухметровый диапазон не будет заметно уступать профессиональной конструкции, предназначенной для связной работы. Поэтому этот вариант и рекомендуется для работы школьной станции в стационарных условиях. И только в тех случаях, когда в соответствии с характером проводимого эксперимента нужно осуществить прием вне станции, следует переходить на суперсверхрегенератор, используя его как самостоятельный переносный приемный блок.

Чувствительность приемного устройства можно увеличить еще более, если применить многовibratorную антенну, состоящую из четырех-пяти элементов. Опыт показывает, что проще, легче и быстрее построить более простой приемник, каким является суперсверхрегенератор, и сложную антенну (изготовить которую на диапазон 144 *Мгц* нетрудно), чем построить сложный супергетеродинный приемник (содержащий, по крайней мере, два каскада усиления ВЧ и три каскада усиления ПЧ), дающий равноценные результаты при применении более простой антенны. Если же в двухметровом диапазоне работает очень мало станций, в нем можно применить и «чисто» сверхрегенеративные приемники. Длительная экспериментальная работа автора показала, что на обычный сверхрегенеративный приемник, содержащий всего один каскад ВЧ, уверенно принимаются любительские станции, находящиеся на расстоянии до 60—70 *км*. Поэтому в данной книге, помимо подробного описания основного приемника, выполненного по схеме супергетеродина со сверхрегенеративным детектором, дается вариант схемы 1-V-2, чтобы можно было выбрать схему приемника в зависимости от конструкторского опыта, наличия деталей и материальных средств.

Как уже отмечалось, для работы в десятиметровом диапазоне нужен супергетеродинный приемник, построить и наладить который нелегко.

Поэтому для радиостанции ШК-2 взят приемник, который просто собрать, использовав детали от заводских конструкций, например от радиостанций типа А-7 или А-7-А, имеющихся на коллективных станциях во многих школах. Если нет подобных конструкций, приемник можно выполнить, использовав самодельные детали. Приемник имеет значительное число высокочастотных каскадов (шесть), налаживание его связано с трудностями, для преодоления которых необходимо проявить большую настойчивость и кропотливость. Эти трудности окупаются хорошим качеством работы приемника, высокой чувствительностью и эксплуатационными удобствами. Единственный недостаток его — широкая полоса пропускания, зависящая от того, что в нем применены одноконтурные фильтры промежуточной частоты.

ПРИЕМНИКИ НА ДИАПАЗОН 144—146 Мгц

Суперсверхрегенератор

Принципиальная схема приемника приведена на рис. 6. Приемник содержит два каскада усиления ВЧ (L_1), гетеродин (правый триод L_2), смеситель (левый триод L_2), один каскад усиления ПЧ (L_3), сверхрегенеративный детектор (левый триод L_4) и один каскад усиления НЧ (правый триод L_4). Из четырех ламп, работающих непосредственно в приемнике, три являются двойными триодами и одна — пентодом с высокой крутизной характеристики (6Ж9П).

Первый каскад усиления ВЧ собран по схеме с заземленным по высокой частоте анодом (конденсатор C_2); входной контур образован катушкой L_1 и конденсатором C_3 . Второй каскад выполнен по схеме с заземленной сеткой; колебательный контур, состоящий из катушки L_2 и конденсатора C_4 , включен в цепь катода лампы 6Н15П. Такой усилитель, работающий по схеме заземленный анод — заземленная сетка, обладает низким уровнем собственных шумов и обеспечивает на частоте 145 Мгц усиление сигнала в четыре-пять раз. Усиленное напряжение ВЧ с анода правого триода лампы L_1 через конденсатор связи C_6 подается на контур пре-

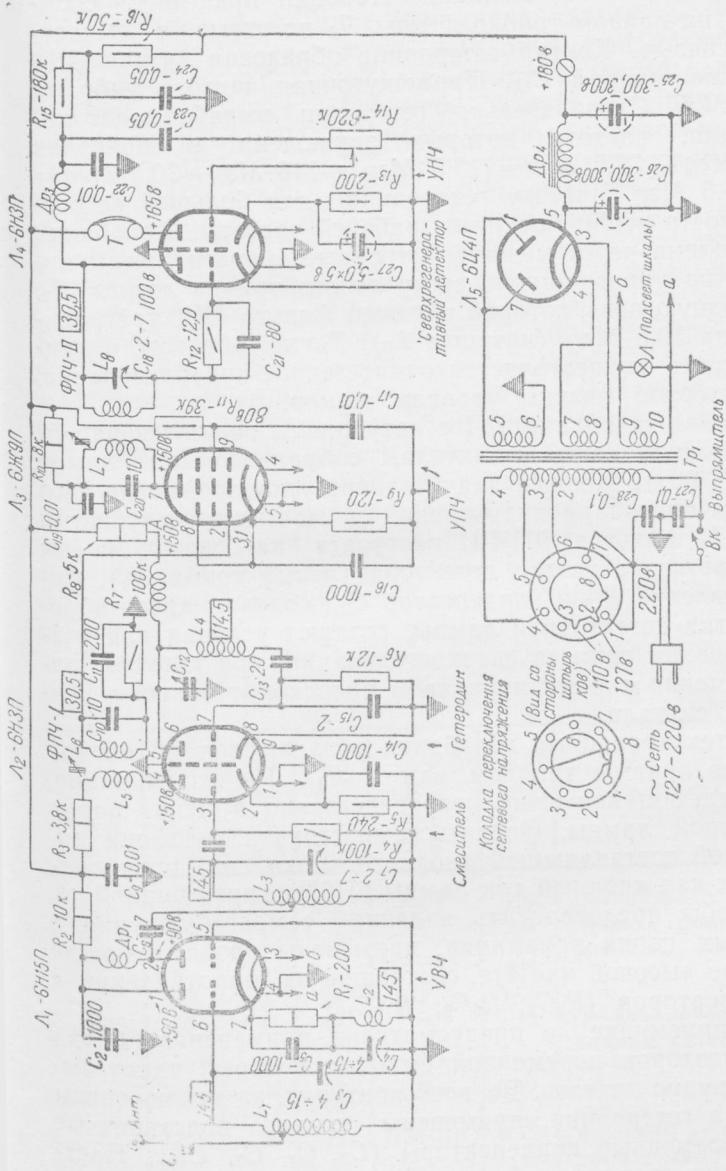


Рис. 6. Схема супервхрегенератора на диапазон 144 Мгц. В квадратах указана частота настройки в мегагерцах
 Емкость конденсатора в цепи сетки смесителя 20 пф

образовательного каскада. Гетеродин приемника собирают на правом триоде лампы L_2 по схеме с емкостной связью. Контур гетеродина образован катушкой L_4 и конденсатором C_{12} . Промежуточная частота выбрана $30,5 \text{ Мгц}$. Следовательно, гетеродин вырабатывает колебания, частота которых заключена в пределах $144 \text{ Мгц} - 30,5 \text{ Мгц} = 113,5 \text{ Мгц}$ и $146 \text{ Мгц} - 30,5 \text{ Мгц} = 115,5 \text{ Мгц}$. Частоту гетеродина для большей ее стабильности выбирают ниже рабочей частоты. Колебания гетеродина через междуэлектродные емкости лампы подают на управляющую сетку левого триода лампы L_2 , в анодную цепь которой включен фильтр ПЧ, настроенный на $30,5 \text{ Мгц}$ (катушка L_5). Таким образом, в данной схеме осуществляется односеточное преобразование, характерное низким уровнем шумов.

Далее колебания ПЧ с катушки L_6 подаются на управляющую сетку усилителя, собранного на лампе 6Ж9П (L_3), дающей значительное усиление, после чего сигнал благодаря индуктивной связи между катушками L_7 и L_8 фильтра ФПЧ-II поступает на сетку лампы сверхрегенеративного детектора (левый триод L_4). Сопротивление R_{12} и конденсатор C_{21} , содержащиеся в цепи сетки детекторной лампы, создают условия для возникновения режима сверхрегенерации, при котором одновременно с детектированием происходит большое усиление сигнала.

Детектированные колебания усиливаются по низкой частоте правым триодом лампы L_4 . Из схемы видно, что телефон включен непосредственно в цепь анода оконечной лампы. Опасаться перегрузки телефона постоянной составляющей анодного тока не приходится, так как анодный ток лампы 6НЗП не превышает 8 ма .

Чтобы предотвратить явление самовозбуждения в анодных цепях приемника, применены развязывающие цепи по высокой частоте, состоящие из сопротивлений и конденсаторов (R_2C_2 , R_3C_9 , $R_{10}C_{19}$).

В приемнике не предусмотрено применение блока конденсаторов переменной емкости, который часто бывает трудно достать. Во всех контурах, за исключением контура гетеродина, применены только подстроечные полупеременные конденсаторы (C_3 , C_4 , C_7 , C_{18}). Настройка на станцию производится единственным конденсатором переменной емкости C_{12} . Чувствительность при-

емника по краям диапазона от этого несколько снижается, но зато налаживание приемника настолько упрощается, что оно становится доступным радиолюбителям, имеющим небольшой опыт конструкторской работы.

Приемник имеет автономное питание. Выпрямитель собран на лампе 6Ц4П, вместо лампы можно применить диод ДГ-Ц27 или Д7Ж, при этом лампу исключают и на ее место ставят полупроводниковый диод.

Обмотка трансформатора, предназначенная для питания нити накала выпрямительной лампы, остается свободной. Выпрямитель можно еще более упростить и сделать дешевле, если вместо дросселя Dr_4 поставить сопротивление величиной от 500 до 800 Ω . При этом качество его работы заметно не ухудшится.

Детали приемника в большинстве заводские, к самодельным относятся лишь контурные катушки и дроссели ВЧ. Качество работы приемника и прежде всего его чувствительность зависят от добротности катушек, на изготовление которых следует обратить серьезное внимание. Катушки нужно выполнять из толстого и посеребренного провода. Это очень важно для того, чтобы получить хорошие результаты в диапазоне высоких частот.

Данные всех контурных катушек, фильтров ПЧ, дросселей ВЧ сведены в табл. 1.

Таблица 1

Обозначение на схеме	Число витков	Диаметр катушки, мм	Длина намотки, мм	Марка провода	Диаметр провода	Примечание
L_1	2	14	7	МГТ	2,0	Провод посеребренный
L_2	2	14	7	МГТ	2,0	
L_3	5	10	15	МГТ	2,0	От телевизора сердечник удален
L_4	9,5	9	18	МГМ	0,59	
Dr_1, Dr_2	50	4	17	ПЭЛ	0,15	
Dr_3	150	6	23	ПЭЛ	0,12	Обмотка прогрессивная
L_5, L_6, L_7, L_8	17,5	9	18	ПЭЛШО	0,12	Фильтры от телевизора „Старт“, контур К-4

Прогрессивная обмотка (рис. 7) уменьшает общую межвитковую емкость дросселя. Чем меньше собственная емкость его, тем большее усиление можно получить от каскада. Общую длину провода для любого диапазона можно рассчитать по формуле:

$$l = \frac{93,5}{f_{\text{макс}} \text{ (Мгц)}} \text{ м.}$$

Для диапазона 144—146 Мгц

$$l = \frac{93,5 \text{ м}}{145} = 0,65 \text{ м.}$$

Провод наматывают на сопротивлении типа ВС. Величина сопротивления должна составлять не менее 500 ком, мощность рассеяния 0,5 вт (диаметр 4 мм, длина намотки 18 мм). Качество дросселя можно улучшить, если лаковый и проводящий слой снять и намотку вести на чистом фарфоре.

Конденсаторы C_3 , C_4 и C_7 (типа КПК-1) не следует брать с большими значениями начальной и конечной емкостей, чем указано на схеме. Если взять конденсаторы емкостью 8—30 пф (вместо 4—15), то для увеличения емкости вдвое надо значительно уменьшить число витков катушки. А это означает, что катушка должна состоять не более чем из одного витка. При таком неблагоприятном соотношении между индуктивностью катушки и емкостью конденсатора добротность контура и усиление каждого из каскадов резко снизятся, а это приведет к потере чувствительности.

Конденсатор C_{12} — подстроечный, обязательно с воздушным диэлектриком. Он состоит из одной подвижной пластины диаметром 20 мм и одной неподвижной. При подборе этого конденсатора надо иметь в виду, что емкость его должна изменяться в пределах примерно от 1 до 5 пф. При использовании такого конденсатора и катушки, состоящей из 9,5 витка, приемник перекрывает диапазон от 142 до 148 Мгц. Однако следует учитывать, что на столь высокой частоте малейшие изменения диаметра катушки, разме-

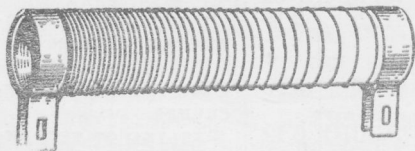


Рис. 7. Конструкция дросселя высокой частоты с прогрессивной намоткой

ров пластин конденсаторов, расстояния между ними, а также неодинаковая длина монтажных проводов, соединяющих катушку с конденсатором или с управляющей сеткой лампы, вызывают значительное изменение резонансной частоты против расчетной.

Шкалу приемника выполняют из цветного органического стекла. Ее вставляют в предназначенное отверстие на передней панели и удерживается она в нем трением. С внутренней стороны она подсвечивается лампочкой (6,3 в), укрепленной немного выше отверстия с таким расчетом, чтобы шкала освещалась отраженным от панели светом. При подобном креплении шкалы удобно наносить на нее градуировку. Сначала простым карандашом отмечают необходимые деления. Окончив и проверив градуировку приемника, шкалу вынимают для окончательной отделки тушью или лаком. Затем ее закрепляют в отверстии торцами при помощи БФ-2 или другого клея. Приемник суперсверхрегенератор не имеет узкой полосы пропускания, поэтому верньерное устройство не применяют.

Силовой трансформатор Tp_1 берут от приемника «Рекорд». Этот трансформатор по своим габаритам, электрическим данным и удобному способу крепления очень подходит для питания данного приемника. Обозначение концов обмоток на схеме соответствует тому, которое имеется на паспорте трансформатора, прилагаемого к нему. Сердечник трансформатора собран из пластин Ш-26, толщина набора 35 мм. Сетевая обмотка выполнена проводом ПЭЛ 0,25; ее секции содержат между выводами 1—2 635 витков, между выводами 2—3 102 витка и между выводами 3—4 583 витка. Вторичная обмотка (5—6) имеет 1 250 витков провода ПЭЛ 0,15, обмотка накала кенотрона (7—8) — 48 витков провода ПЭЛ 0,51, обмотка накала ламп приемника (9—10) — 42 витка провода ПЭЛ 0,93. В трансформаторе есть экранная обмотка (ПЭЛ 0,15 в один слой), ограждающая приемник от высокочастотных помех, проникающих из сети питания. Выводы 6 и 10 соединены внутри с этой обмоткой и сердечником трансформатора (а значит при монтаже и с шасси приемника).

Устройство для переключения сетевого напряжения состоит из ламповой панельки и колодки, выполненной из цоколя батарейной лампы типа 2К2М (или 2Ж2М).

Сверху цоколь закрыт пластинкой из органического стекла, поверхности которой предварительно сделаны матовыми (наждачной бумагой). Можно применить и любой другой изолятор.

Сердечник дросселя фильтра собран из пластин Ш-10 с толщиной набора 15 мм, его обмотка содержит 4 000 витков провода ПЭЛ 0,12. Его можно заменить остеклованным сопротивлением на 510 ом.

Монтаж приемника начинают с установки деталей на всех панелях приемника после просверливания необходимых отверстий согласно рис. 8. Руководителю надо обратить внимание на то, чтобы монтаж приемника (как и всех остальных блоков радиостанции) не начинался, пока все детали не будут установлены на свои места. Если за этим не проследить, то просверливать пропущенные отверстия и устанавливая детали придется уже при начатом монтаже и последний можно повредить и ухудшить.

На горизонтальной панели размещают силовой трансформатор (Tr_1), дроссель и конденсаторы фильтра (Dr_4 , C_{26} , C_{25}), ФПЧ (ФПЧ-I, ФПЧ-II) и все лампы (рис. 9); на передней панели размещают антенные зажимы, телефонные гнезда, конденсатор C_{12} , регулятор громкости R_{14} , тумблер для включения и выключения сети (ВК). На задней вертикальной пластинке укрепляют ламповую панельку для подключения колодки сетевого напряжения и переключатель напряжения сети. Панельки для ламп L_2 и L_3 крепят клеем БФ-2; металлическую оправку с них снимают.

В первую очередь монтируют выпрямитель и проверяют его работу вольтметром, затем — цепи накала всех ламп витым проводом в хлорвиниловой изоляции. Один из проводов накала заземляют на ламповой панельке. Затем припаивают к соответствующим конденсаторам контурные катушки, после чего производят монтаж остальных деталей.

Налаживание приемника начинают с измерения анодно-экранных напряжений и напряжений на сопротивлениях, включенных в цепь катода ламп R_1 , R_5 , R_9 , R_{13} *. Признаком нормальной работы приемника являются

* Здесь и в других схемах напряжения на электродах ламп измеряются авометром «Школьный».

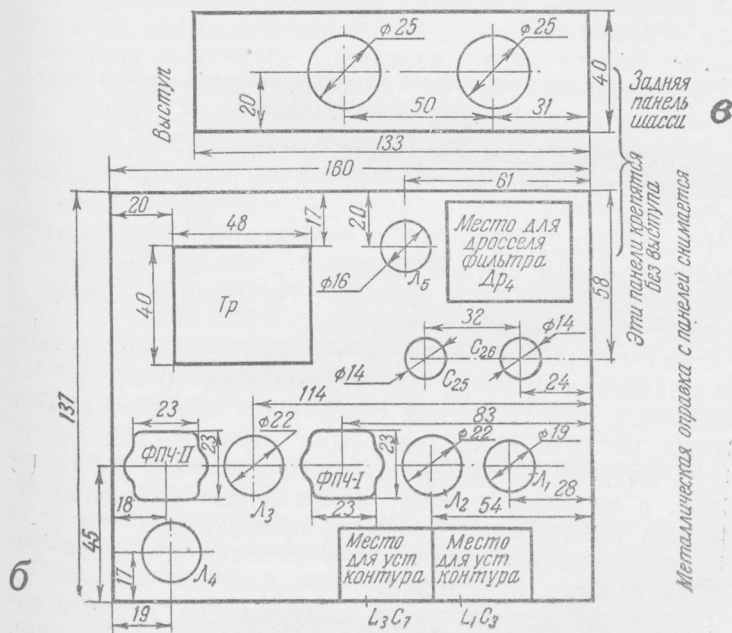
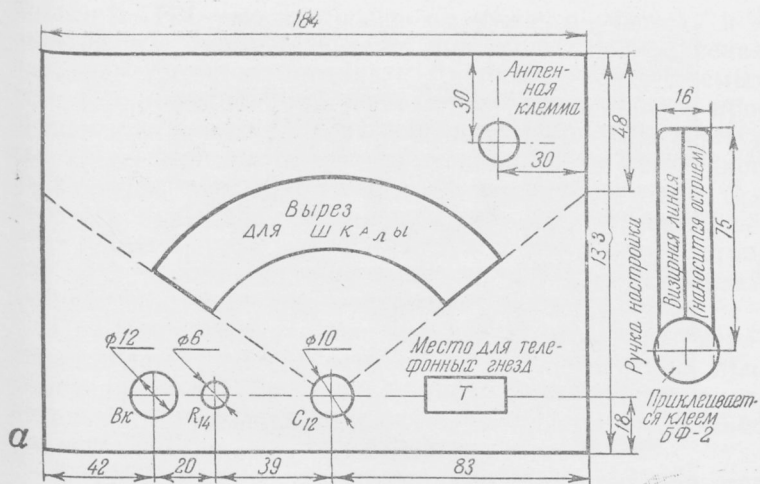


Рис. 8. Разметка отверстий:

а — на лицевой панели приемника на 144 Мгц; б — на горизонтальной панели; в — на задней панели шасси

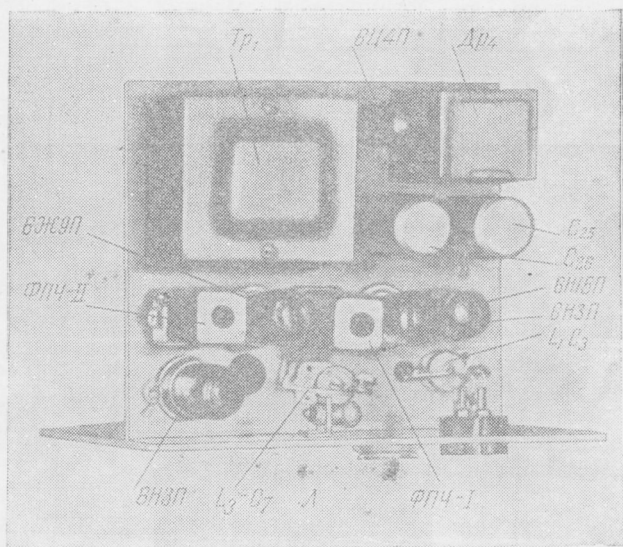


Рис. 9. Расположение деталей на горизонтальной панели шасси приемника на 144 Мгц

ся характерный шум сверхрегенеративного детектора и довольно сильные щелчки, появляющиеся в телефоне при касании отверткой витков катушки L_4 .

Чтобы убедиться в работе гетеродина, подключают вольтметр одним концом провода к шасси, другим — к точке A (см. рис. 6) и замечают показания. Затем к катушке прикасаются металлом.

Если гетеродин работал, то при касании металлом показания прибора уменьшаются на 10—12 в. Это доказывает, что гетеродин генерирует колебания. При помощи металла колебания были сорваны, ток лампы возрос, падение напряжения на сопротивлении R_8 увеличилось, а на аноде лампы напряжение уменьшилось. При всех работающих каскадах приемника в телефоне должны слышаться щелчки при касании антенной антенного зажима приемника.

Теперь следует настроить контуры на нужные частоты. Контуры L_1C_3 , L_2C_4 и L_3C_7 настраиваются один раз на среднюю частоту диапазона 145 Мгц и в процессе эксплуатации приемника не перестраиваются.

Фильтры ПЧ уже настроены на нужную частоту и в дальнейшем их следует лишь подстроить до получения наиболее громкого сигнала. Диапазон генерируемых гетеродином колебаний, несмотря на расчет, нужно проверить и установить в границах 113—116 Мгц. Контур сверхрегенеративного детектора L_8C_{18} образован одной из катушек, входящих в ФПЧ-II, и конденсатором C_{18} , рассчитанным на максимальную емкость не более 7 пф. Этот конденсатор не содержится в экране фильтра; его подключают вне экрана к выводным контактам (обозначенным на фильтре цифрами 1 и 2).

При помощи конденсатора C_{18} контур сверхрегенеративного детектора настраивается на частоту 30,5 Мгц (имеющимся латунным сердечником производится окончательная подстройка уже во время приема какой-либо радиостанции).

В ФПЧ связь между катушками очень сильная, так как фильтры предназначены для телевизора, где такая связь необходима для получения широкой полосы пропускания. Здесь же такая связь может вызвать срыв колебаний в контуре детектора, если вместо лампы 6НЗП применить какие-либо другие, например 6Н1П или 6Н2П. Опыт показал, что эти лампы в данном режиме не работают, или работают плохо. По этой же причине емкость конденсатора C_{22} должна быть взята большой. Оптимальное ее значение определяют опытным путем. При малой величине емкости (2 000—3 000 пф) генерация не возникает.

В крупном индустриальном городе, имеющем хорошо оборудованную лабораторию при радиоклубе ДОСААФ, приемник можно настраивать по приборам. Но многие радиолюбители до сих пор не имеют приборов и вынуждены вести настройку своих приемных устройств без них.

При отсутствии приборов настройку производят следующим образом.

Сначала настраивают детектор*. Для этого вращают ручку настройки приемника, работающего в десятиметровом диапазоне, в сторону высоких частот, пока не

* Вращение роторов конденсаторов производится при помощи отвертки, сделанной из какого-либо хорошего изолятора (например, прутка органического стекла длиной 15—20 см) с медной пластинкой на конце.

будет принят сигнал от сверхрегенеративного детектора, обладающего, как известно, собственным излучением. Приемники между собой ничем не соединены, а лишь сближены. Излучение детектора будет принято в виде сильного шума, нарастающего по мере приближения к основной частоте. Когда сигнал принят, при помощи конденсатора C_{18} производят подстройку до получения нужной резонансной частоты. Детектор, работающий в режиме сверхрегенерации, обладает очень высокой чувствительностью. В этом легко убедиться, если вращать ротор подстроечного конденсатора в сторону возрастания его емкости. Если в это время в диапазоне 28 *Мгц* работают местные любительские станции, то будет осуществлен их прием с хорошей громкостью без антенны или с близко расположенным от контура антенным фидером. Так проверить надо непременно: это докажет, что настройка на промежуточную частоту 30,5 *Мгц* произведена правильно и шум не был явлением случайным. Затем прежнюю настройку восстанавливают и переходят к настройке гетеродина. Для этого к контуру L_3C_7 смесителя подключают через конденсатор небольшой емкости (5—7 *пф*) кусок провода длиной 20—30 *см* и пытаются принять сигнал с частотой 145 *Мгц*, используя имеющийся на радиостанции передатчик на диапазон 10 *м*. Пятая гармоника задающего генератора, работающего на частоте 29 *Мгц*, или десятая для генератора, работающего на частоте 14,5 *Мгц*, дают нужную частоту для настройки приемника на диапазон 2 *м*. Правда, этот сигнал не модулирован звуковой частотой, но при совпадении настроек шум, создаваемый сверхрегенеративным детектором, заметно ослабляется.

Может случиться, что сигнал задающего генератора сразу не будет принят. Это понятно. Ведь еще неизвестно, работает ли гетеродин на нужной частоте 114,5 *Мгц*, и, кроме того, не проверено, не расстроены ли контуры ФПЧ-1. Если сигнал не обнаруживается, то следует попытаться найти его путем вращения ротора конденсатора C_{12} . Если в контуре гетеродина применены конденсатор и катушка, соответствующие описанию, если за счет небрежного монтажа в контур не введены дополнительные индуктивности и емкости, то при повороте ротора на 180° сигнал будет обнаружен. Сигнал,

исходящий от возбуждителя передатчика, слаб, особенно если иметь в виду десятую гармонику (передатчик с удвоением частоты) и то, что контур смесителя еще не настроен. Поэтому настройку надо вести не торопясь. Вместо нужного может быть принят ложный сигнал. Сигнал от передатчика пропадает при его выключении или расстройке задающего генератора. Полезно для первоначальной настройки усилить связь между передатчиком и приемником. Для этого достаточно соединить антенной проводничок с антенным выводом передатчика (удвоитель и оконечный каскады его должны быть выключены).

Если сигнал принимается, значит гетеродин настроен правильно. Если сигнал не обнаруживается, то следует путем сжатия или растяжения витков катушки контура гетеродина (если катушка бескаркасная), или путем сближения и удаления статорных пластин конденсатора добиться приема сигнала. Эта часть работы самая кропотливая и требует большой усидчивости. Операции по подгонке частоты гетеродина приходится повторять не один десяток раз, пока не будет получена необходимая частота. Полезно на время настройки в качестве конденсатора C_{13} применить подстроечный конденсатор типа КПК-1 с емкостью 8—30 пф. При его помощи в небольших пределах можно изменять частоту колебаний гетеродина. Надо только помнить, что при малой емкости генерация может прекратиться совсем.

После того как сигнал получен, необходимо подстроить контур смесителя. Подстроить этот контур трудно, и выполняют это вращением ротора конденсатора C_7 до получения наибольшей силы сигнала (т. е. до получения наиболее полного подавления шумов). Затем путем вращения сердечника подстраивается фильтр промежуточной частоты (ФПЧ-1).

В заключение настраивается усилитель ВЧ. От того, насколько точно настроены контуры усилителя ВЧ, зависит чувствительность приемника. Плохо настроенный усилитель ВЧ не только не увеличивает чувствительности приемника, но и значительно снижает ее, а в большинстве случаев делает прием даже близко расположенных станций невозможным, тогда как эти станции принимаются вполне уверенно без каскадов усиле-

ния ВЧ, при подключении антенны к контуру смесителя. Если по какой-либо причине не удастся настроить усилитель ВЧ, то можно вести прием без него. При этом чувствительность приемника будет достаточной для приема станций, находящихся на расстоянии до 20—30 км (при хорошей антенне). Налаживать каскады усиления ВЧ желательно при приеме какой-либо местной станции, работающей в диапазоне 144—146 Мгц. Может оказаться, что в данном населенном пункте, где расположена школа, нет такой станции. Тогда следует воспользоваться станцией, работающей в диапазоне 28,0—29,7 Мгц и находящейся на расстоянии не более 0,3 км. Ее пятая гармоника и будет служить тем сигналом (к тому же модулированным звуковой частотой), которым и надо воспользоваться. Сначала подстраивается контур в цепи катода L_2C_4 , потом контур в цепи сети L_1C_3 до получения наибольшей громкости. Настройка этих контуров очень острая. В заключение опытным путем подбирают точку подключения антенны к контуру и величину емкости антенного конденсатора (в пределах от 7 до 20 пф). При хорошей настройке контуров громкость приема пятой гармоники станции десятиметрового диапазона, находящейся на расстоянии 0,3 км, составляет не менее семи баллов. Шумы подавляются почти полностью.

Так следует настраивать приемник при отсутствии волномера, сигнал-генератора и передатчика на диапазон 144—146 Мгц. Настраивать при помощи приборов очень легко, затрачивают немного времени и труда и получают лучшие результаты. О методике настройки приемников по приборам можно прочитать в различных статьях и брошюрах. Кроме того, радиолюбитель, имеющий возможность настроить свой приемник в лаборатории радиоклуба, без труда сможет получить консультацию в клубе.

Приемник прямого усиления

Простой приемник можно выполнить, пользуясь схемой, изображенной на рис. 10. Приемник содержит один каскад усиления ВЧ на широко распространенной лампе 6Ж1П, сверхрегенеративный детектор на лампе 6С2П, специально предназначенной для работы в УКВ диапа-

зоне ($S = 11,5 \text{ ма/в}$), два каскада усиления НЧ на двойном триоде 6Н1П. Приемник обеспечивает громкоговорящий прием; для этого необходимо лишь вместо сопротивления R_{10} в анодную цепь правого триода лампы L_3 включить громкоговоритель (с выходным трансформатором). Приемник, собранный по этой схеме, обеспечивает хорошую чувствительность (порядка 5 мкв/м), но не свободен от обратного излучения в радиусе до $150\text{—}200 \text{ м}$. Последнее обстоятельство надо учитывать при выборе схемы. При настройке этого приемника следует руководствоваться соответствующими указаниями, содержащимися в описании суперсверхрегенератора.

Чувствительность сверхрегенеративного приемника зависит от величины емкости конденсатора в цепи сетки детектора (C_9 на рис. 10). Чувствительность возрастает с уменьшением емкости. Целесообразно в качестве этого конденсатора взять полупеременный конденсатор типа ПКП-1, при помощи которого и устанавливается емкость такой наименьшей величины, при которой усиление резко возрастает при сохранении устойчивой генерации.

ПРИЕМНИК НА ДИАПАЗОН 28,0—29,7 Мгц

Приемник представляет собой девятиламповый супергетеродин. Он имеет два каскада усиления ВЧ, два каскада усиления ПЧ, отдельный гетеродин, смеситель, диодный детектор, усилитель напряжения для индикатора уровня несущей частоты, два каскада усиления НЧ.

Чувствительность приемника очень высокая, не менее 1 мкв . Он мало требователен к антенне: уверенный прием местных и дальних станций возможен и без наружной антенны, с применением куска провода длиной $1,5\text{—}2 \text{ м}$.

Приемник обеспечивает прием на телефон и громкоговоритель, что очень важно для коллективной станции. Применение в приемнике индикатора уровня несущей (S -метра) позволяет операторам быстро и точно настраиваться на частоту корреспондента. В нем можно использовать высокочастотную часть от приемника типа А-7 или А-7-А, что упрощает его изготовление, делает налаживание и настройку легкой и быстрой.

Поэтому в описании есть указания относительно использования некоторых деталей от данных радиостанций, имеющих на коллективных станциях многих школ.

Если в той или иной школе нет подобных деталей, то их можно изготовить самим, для чего в описании приводятся необходимые для этого данные.

Принципиальная схема приемника показана на рис. 11.

Входной контур образован катушкой L_1 и конденсаторами C_1 , C_2 , связь с антенной — автотрансформаторная, безъёмкостная. Такая сильная связь с антенной способствует большему усилению полезного сигнала.

К управляющей сетке лампы подключается не вся катушка, а только часть ее ($2/3$ витков). При таком включении лампа, обладающая на УКВ малым входным сопротивлением, в меньшей мере шунтирует контур, т. е. в меньшей степени ухудшает его добротность, что также способствует росту усиления. Этот метод связи между контурами и лампы с контуром применен во всех последующих высокочастотных каскадах.

Нагрузкой по высокой частоте в цепи анода является дроссель Dr_1 . Усиленное напряжение с анода лампы L_1 через конденсатор C_5 подается на лампу L_2 для последующего усиления (контур $L_2C_7C_8$). Анодной нагрузкой этой лампы является дроссель Dr_2 .

В приемнике применено односеточное преобразование частоты. Колебания из сеточного контура гетеродина (лампа L_4 , контур $L_4C_{22}C_{23}$) через конденсатор связи C_{19} (в А-7 или А-7-А этот конденсатор образован двумя параллельно расположенными проводниками) подаются на управляющую сетку смесительной лампы L_3 . На эту же сетку поступает сигнал из контура $L_3C_{14}C_{15}$ смесителя.

Сигнал с промежуточной частотой 1,1 Мгц выделяется в контуре фильтра промежуточной частоты ФПЧ-I, включенного в цепь анода смесителя, усиливается лампой L_5 , затем лампой L_6 , сеточный контур которой образован ФПЧ-II (L_6).

Анодной нагрузкой этой лампы является дроссель с большой индуктивностью Dr_4 .

Оба каскада усиления ПЧ работают на лампах 6К7, имеющих сходную с лампами 2К2М цоколевку и кото-

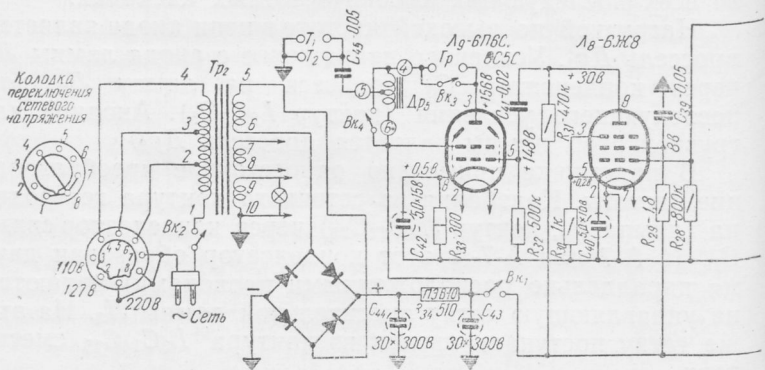
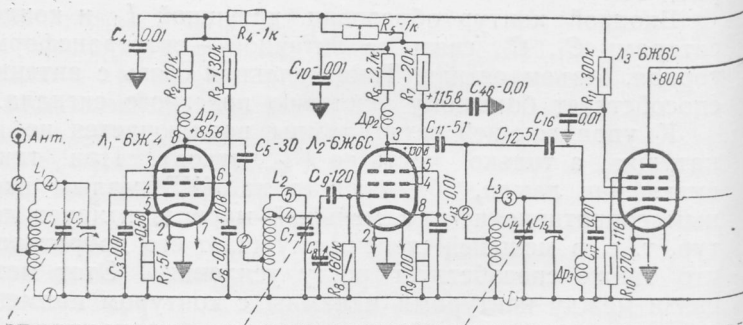
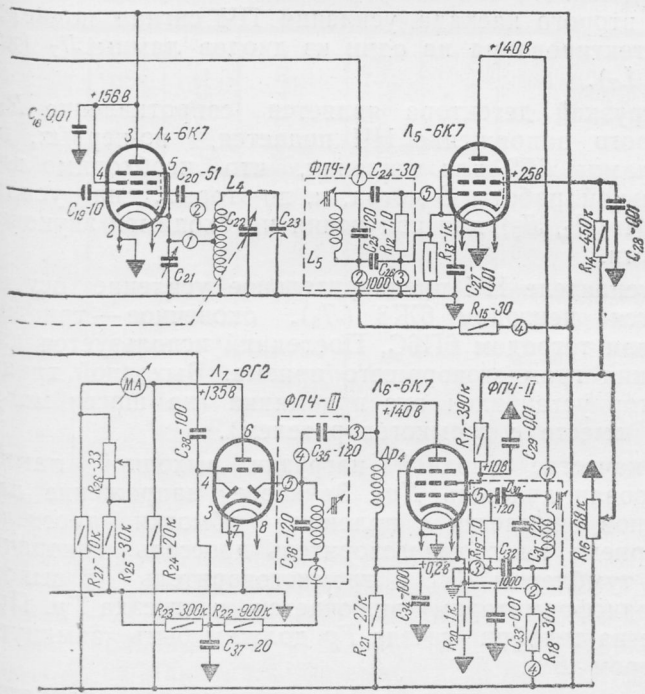


Рис. 11. Схема приемника на



диапазон 28—27,9 Мгц

рые могут работать в этих каскадах в том же анодно-экранном режиме, что и батарейные лампы 2К2М. Применение ламп, имеющих высокую крутизну характеристики 6Ж6С, 6Ж4, здесь невозможно из-за появления самовозбуждения.

В схему введена регулировка усиления по ПЧ, осуществляемая путем изменения напряжения на экранящих сетках ламп L_5 и L_6 при помощи потенциометра (переменного сопротивления R_{16}). Из анодной цепи лампы второго каскада усиления ПЧ сигнал подается для детектирования на один из диодов лампы L_7 (катушка L_7).

Нагрузкой детектора является сопротивление R_{23} , с которого напряжение НЧ подается, во-первых, на сетку лампы 6Г2 для усиления, что необходимо для нормальной работы S-метра, и, во-вторых, на усилитель НЧ (L_8, L_9) для получения необходимой звуковой мощности.

В усилителе НЧ предварительное усиление осуществляется пентодом 6Ж8 (L_8), окончное — триодом 6С5С или тетродом 6П6С. Последний используется для получения громкоговорящего приема. Выходной трансформатор установлен вне приемника (на шасси модулятора вместе с громкоговорителем).

В качестве анодной нагрузки выходной лампы использован дроссель Dr_5 . Звуковое напряжение для телефонов снимается с половины обмотки дросселя. При приеме на громкоговоритель дроссель закорачивается тумблером Vk_4 , а громкоговоритель (с выходным трансформатором) включается в гнезда Gr . При приеме на телефон гнезда Gr должны быть замкнуты тумблером Vk_3 .

Как уже отмечалось, в приемник введен индикатор уровня несущей частоты. Прибор включен по мостовой схеме. Одно плечо образовано сопротивлениями R_{27} и R_{26}, R_{25} , другое — сопротивлением R_{24} и внутренним сопротивлением лампы L_7 . Переменное сопротивление позволяет устанавливать стрелку прибора на нуль.

Выпрямитель, питающий приемник, собран по мостовой схеме на полупроводниковых диодах ДГ-Ц27 (Д7Ж). В фильтре выпрямителя применено вместо дросселя сопротивление R_{34} . С конденсаторами повы-

шенной емкости (40—60 мкф) фильтрация получается достаточной.

Детали приемника — заводские, за исключением контурных катушек и ВЧ дросселей, которые могут быть самодельными. При наличии радиостанции А-7 самодельные детали не нужны. Данные контурных катушек, дросселей ВЧ и фильтров промежуточной частоты сведены в табл. 2.

Таблица 2

Обозначение	Индуктивность, мкген	Допуск, %	Марка провода	Диаметр провода, мм	Число витков	Примечание
L_1, L_2, L_3, L_4	0,87	10	МГТ	1,5	9,8	Однослойная на фарфоровом каркасе
$Др_1, Др_2, Др_3$	30	± 20	ПЭ	0,07	140	Однослойная на фарфоровом каркасе
$Др_4$ L_5, L_6 (ФПЧ-II),	2500 130	± 10 $+ 5$	ПЭШО ПЭШО	0,07 $0,07 \times$ $\times 10$	625 58	Универсальная
L_7 (ФПЧ-III)						

Блок конденсаторов переменной емкости C_1, C_7, C_{14}, C_{22} состоит из четырех секций.

Начальная емкость конденсаторов в блоке 7 пф, конечная — 21 пф. Блок содержит в себе также подстроечные конденсаторы с воздушным диэлектриком C_2, C_{15}, C_{23} , их максимальные емкости 15 пф. Контур второго каскада усиления ВЧ и гетеродина подстраиваются небольшими конденсаторами переменной емкости с воздушным диэлектриком C_8 и C_{21} , их максимальная емкость 15 пф.

Сопротивления могут быть любыми типа ВС и МЛТ; важно, чтобы их мощность рассеивания соответствовала обозначенной на схеме.

К конденсаторам постоянной емкости особых требований не предъявляется. Переменное сопротивление R_{16} типа СП на мощность рассеивания 2 вт.

Дроссель НЧ Dr_5 содержит 3000 витков провода ПЭ 0,12, сердечник собран из пластин Ш-10, толщина набора 13 мм.

Верньерное устройство и шкала могут быть любыми. В описываемом приемнике они взяты от радиостанции А-7.

Выключатели Vk_1 , Vk_2 , Vk_3 и Vk_4 — однополюсные, типа ТП-1. Прибор для S-метра — миллиамперметр на максимальный ток 1 ма; переменное сопротивление, при помощи которого стрелка прибора ставится на нуль, типа СПО (малогабаритное). Сопротивление другого типа не подойдет, так как для его установки на передней панели остается мало места.

Сопротивление в цепи фильтра типа ПЭВ (проводочное эмалированное влагостойкое) на максимальную рассеиваемую мощность 10 вт.

Силовой трансформатор от приемника «Рекорд-53» (40 вт, данные о нем см. на стр. 27).

Выход приемника снабжен тремя телефонными гнездами, два из которых соединены параллельно и предназначены для включения телефонов, третье — для громкоговорителя. Телефонные гнезда — обычные, собранные на карболите. Если их нет, то выполняют в школьной мастерской.

Монтаж приемника производится на дюралюминиевом шасси, размеры которого даны на рис. 12. Расположение основных деталей показано на рис. 13. Разметка шасси приемника не дается, так как расположение отверстий и их размеры находятся в зависимости от размеров тех или иных деталей и в первую очередь фильтров ПЧ и блока конденсаторов переменной емкости, имеющихся в распоряжении кружковцев.

Контурные катушки в экранах располагаются в подвале шасси под блоком конденсаторов. Конденсатор переменной емкости, предназначенный для подстройки частоты гетеродина, находится также в подвале шасси. Его не следует исключать из монтажа, так как с его помощью очень удобно осуществлять точную подстройку приемника на частоту корреспондента.

Кружковцы, имеющие в своем распоряжении радиостанцию А-7 и желающие превратить ее в хороший любительский приемник, ведут монтаж в следующем порядке.

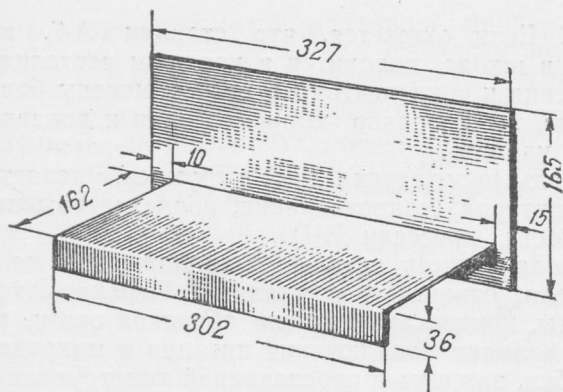


Рис. 12. Шасси для приемника на диапазон 28—29,7 Мгц

Сначала производят частичный демонтаж радио А-7. Все сопротивления и конденсаторы выпаивают и удаляют совсем, если их состояние является неудовлетворительным. Сопротивления типа ТО с течением времени изменяют свои номиналы. Такие сопротивления следует

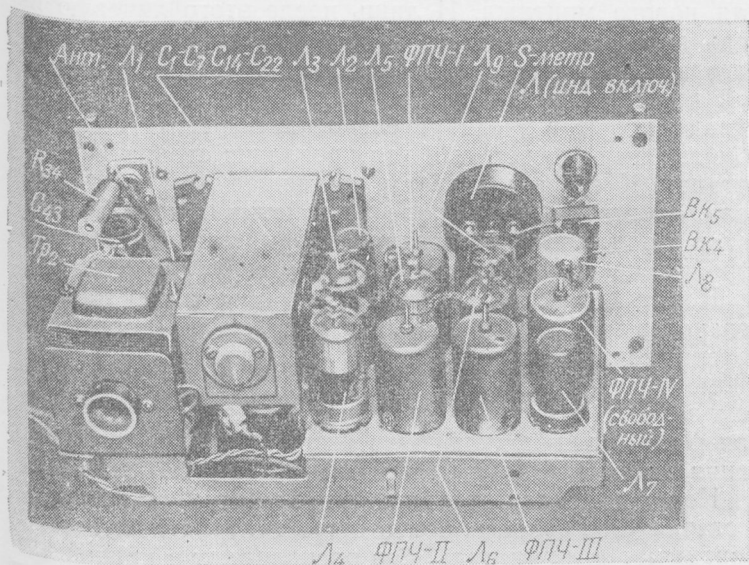


Рис. 13. Размещение основных деталей на шасси

удалить. Если окажется, что станция А-7, которая имеется в школе, находится в хорошем состоянии, сопротивления и конденсаторы в ней применены более современные, то все равно сопротивления и конденсаторы следует удалить.

Каскады передатчика демонтируются, удаляется все, кроме контуров (сопротивления, конденсаторы постоянной емкости, дроссели ВЧ).

Провода от всех деталей, расположенных на передней панели, отпаивают и удаляют. Переключатель рода работы, конденсатор в цепи обратной связи, реостат накала, колодки подключения питания и микротелефонной трубки, зажимы в переделанной конструкции не используют; их снимают вместе с лицевой панелью шасси.

Дроссель промежуточной частоты Dr_4 и трансформатор НЧ оставляют на своих местах. Все гайки на передней панели отвинчивают, наличник шкалы снимают, затем снимают верньер и шкалу. Блок конденсаторов переменной емкости прикреплен к лицевой панели тремя длинными болтами. Эти болты следует вывинтить, набор шайб верньерного устройства снять и сохранить для нового монтажа. И лишь после этого лицевую панель отделяют от шасси путем отвинчивания болтов, которыми она крепилась к шасси. Старую панель в новой конструкции не используют. На ее месте устанавливают новую с предварительно нанесенными всеми необходимыми отверстиями для крепления старых и новых деталей. К старым деталям, размещаемым на этой панели, относятся: верньерное устройство, шкала, конденсатор подстройки входного контура, конденсатор подстройки частоты гетеродина.

Новые детали (см. рис. 1), установленные дополнительно на этой же панели, следующие: миллиамперметр, потенциометр для регулировки усиления по ПЧ, потенциометр для установки стрелки прибора на нуль, четыре тумблера, три пары телефонных гнезд, высокочастотная фишка для подключения антенны, индикатор включения накала.

Новая лицевая панель крепится тем же способом, что и старая (два боковых болта и три центральных). Затем монтируют выпрямитель. Его располагают с правой стороны блока конденсаторов на месте двух первых ламп передатчика.

Силовой трансформатор крепят на двух длинных болтах (80 мм). Для того чтобы оказалось возможным разместить трансформатор, предварительно к шасси на уголках прикрепляют дюралюминиевую планку (162×24 мм), расширяющую шасси до необходимых размеров (длина старого шасси с планкой 290 мм).

Необходимый подъем трансформатора над шасси (в шасси не имеется выреза для катушки трансформатора) создается применением втулок длиной 26 мм.

Переключатель сетевого напряжения монтируют на медной или латунной квадратной пластинке толщиной 1—1,5 мм (сторона 65 мм), загнутой в нижней части уголком для крепления к шасси.

Концы обмоток силового трансформатора подпаяны к контактной планке, расположенной под шасси против трансформатора. На ней же укреплены выпрямительные диоды.

Электролитические конденсаторы фильтра укрепляют на шасси при помощи восьмиобразного хомутика. Непосредственно на выводных контактах конденсаторов подпаивают остеклованное сопротивление фильтра питания. После окончания выпрямителя приступают к монтажу цепей накала всех ламп (старую проводку нужно всю удалить).

Монтаж ведут многожильным витым проводом в хлорвиниловой изоляции сечением не менее 1 мм². У каждой панельки один из проводов накала заземляют (второй лепесток).

Лампу 6Ж4 дополнительного каскада усиления ВЧ располагают на панельке, где ранее находился усилитель мощности передатчика (у передней панели).

Затем приступают к монтажу анодно-экранных цепей, руководствуясь схемой рис. 11.

Для дополнительного каскада усиления ВЧ используют конденсатор общего блока (третий по счету от лицевой панели) и катушку (тоже третью), освободившиеся после демонтажа передатчика.

Все необходимые соединения в контуре сохраняются и при демонтаже не нарушаются. Следует лишь подключить провод от фидера антенны к одному из выводов катушки, а управляющую сетку лампы Л₁ (6Ж4) — к другому.

У некоторых образцов А-7 или А-7-А катушка L₁₈

(обозначение поставлено непосредственно на фарфоровом каркасе) имеет всего один вывод. В таком случае антенну и управляющую сетку лампы подводят к одному выводу 2 (см. рис. 11). При монтаже приемника следует внести и другие изменения: ограничительный каскад исключить, сеточное детектирование заменить диодным.

На место ограничительной лампы L_6 (обозначение « L_6 » выбито на шасси) ставят двойной диод-триод (лампу 6Г2). Один диод этой лампы детектирует, другой остается свободным (схема АРУ не предусматривается). Триодную часть этой лампы используют для S-метра. Таким образом, контур ограничителя (ФПЧ-III, гравировка на экране, сверху) используют для детектирования; контур ФПЧ-IV остается неиспользованным (но с шасси не снимают).

На место лампы ЧМ детектора (L_7 — гравировка на шасси) ставят лампу предварительного усилителя НЧ (L_8 на рис. 13). В некоторых вариантах А-7 применена схема рефлексного усиления: лампа каскада усиления ВЧ одновременно служит усилителем НЧ. При переделке такой станции рефлексную схему можно сохранить.

Включение одной из обмоток низкочастотного трансформатора (расположен в непосредственной близости от передней панели) сохраняют (выводы 4, 5, 6); обмотку с выводами 1, 2, 3 оставляют свободной, а провода, подпаянные к этим выводам, отпаивают и исключают из монтажа.

При монтаже контуров промежуточной частоты можно руководствоваться схемой, приведенной на рис. 14. Четвертый фильтр на рисунке не показан, так как он из схемы исключен.

Контур ФПЧ-III в новом приемнике включается в цепь детекторной лампы 6Г2. Эта лампа одноцокольная. Поэтому проводник с колпачком, выведенный из экрана сверху, удаляют, а вместо него используют дублирующий вывод 4, расположенный снизу.

При удалении верхнего провода надо проследить за тем, чтобы между экранным чехлом и внутренней жилой не было замыкания.

Цепь гетеродина полностью сохраняют (за исключе-

нием цепи накала), дроссели ВЧ в цепях анода УВЧ и смесителя оставляют на своих местах.

Настройка приемника при правильном монтаже ведут в следующей последовательности:

— проверяют анодно-экранные напряжения всех ламп и при необходимости подгоняют под заданные величины (см. рис. 11);

— проверяют работу каскадов усиления НЧ общезвестными способами;

— проверяют работу гетеродина способом, описанным на стр. 31;

— проверяют работу всего приемника в целом. Если в монтаже ошибок нет, режимы установлены правильно, то приемник должен заработать сразу;

— налаживают работу индикатора уровня несущей (S-метра). При помощи потенциометра R_{26} стрелку прибора ставят на нуль. Если стрелка до нуля не доходит, то необходимо увеличить сопротивление R_{27} , добиваясь, чтобы при среднем значении сопротивления R_{26} показания прибора приближались к нулю. Окончательно устанавливают на нуль при помощи сопротивления R_{26} . Этим же сопротивлением подобную операцию производят после каждого включения приемника. Если стрелка S-метра отклонится влево от нуля, то следует сопротивление R_{27} уменьшить, чтобы получить необхо-

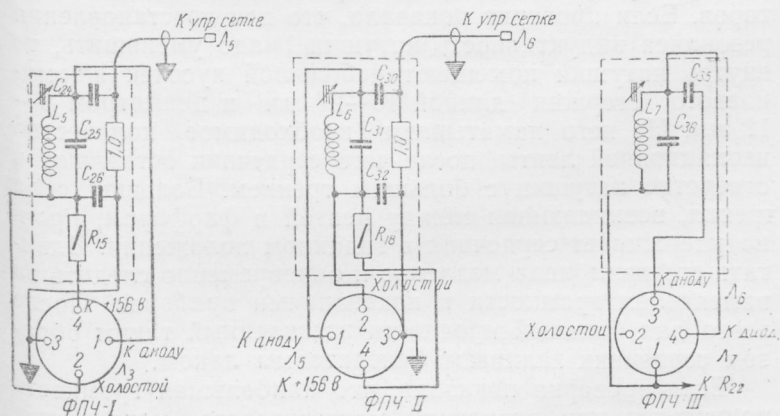


Рис. 14. Монтажная схема контуров ПЧ. Обозначения конденсаторов и сопротивлений даны по схеме рис. 11

димую балансировку моста. Чувствительность S-метра очень высока: при приеме многих местных станций стрелка прибора отклоняется на всю шкалу; прибор хорошо реагирует и на слабые сигналы — полезные и идущие от источников помех.

В заключение слегка подстраивают контуры каскадов усиления ВЧ и смесителя, чтобы компенсировать их небольшую расстройку, получившуюся вследствие замены ламп. Для этого надо дать такое усиление по каналу ПЧ, при котором шумы незначительны, настроиться на частоту 28,5 Мгц и при помощи сердечников из алюминия (меди, латуни) и магнетита определить, в какую сторону произошла расстройка каждого контура. Для этого опускают поочередно в отверстие катушки сначала металл (например, алюминиевый сердечник); если громкость станции (или помехи) возросла, значит емкость соответствующего подстроечного конденсатора (они совмещены с блоком основных переменных конденсаторов) следует уменьшить. Когда громкость приема возрастает при опускании в катушку магнетитового сердечника, то емкость подстроечного конденсатора нужно увеличить.

Пластины подстроечных конденсаторов сильно затянуты гайками, гайки закрашены краской и отвернуть их без специального ключа трудно. Можно рекомендовать подстройку производить, не затрагивая блока конденсаторов. Если проверка показала, что для восстановления резонанса индуктивность катушки надо уменьшить, то внутрь катушки помещают небольшой кусочек алюминиевого стержня длиной 15—20 мм и диаметром 8—12 мм. На него наматывают необходимое количество изоляционной ленты, после чего сердечник вставляют в отверстие катушки с большим трением. Большая сила трения, возникающая между лентой и фарфором, прочно удерживает сердечник в заданном положении. Вдвигать стержень надо медленно и одновременно следить за изменением громкости и показаниями прибора. После этого для большей прочности вставленный таким образом сердечник заливают бакелитовым лаком.

Если проверка показала, что наибольшая громкость получается при вдвигании магнетитового сердечника, то резонанс проще восстановить при помощи подстроечного конденсатора типа КПК-1 на емкость 4—14 пф,

который подпаивают параллельно нужной катушке. Размещают конденсатор в подвале шасси вблизи катушки.

Гетеродин в такой подстройке не нуждается, так как он имеет для подстройки частоты конденсатор. Фильтры ПЧ подстройки не требуют. Более точно и с лучшими результатами произвести подстройку можно, применяя простейший сигнал-генератор, рассчитанный хотя бы на одну частоту (28,5 Мгц). Такой прибор может содержать всего лишь генератор ВЧ и генератор НЧ, необходимые для получения тонально-модулированного сигнала. На выход приемника подключают авометр «Школьный» (как вольтметр переменного тока со шкалой 10 в). Настройку производят до получения максимального отклонения стрелки прибора. (Изготовление сигнал-генератора следует предусмотреть в плане подготовки строительства станции).

При настройке приемника любым способом следует контролировать резонанс по S-метру. Надо стремиться к тому, чтобы показания прибора были максимальными. После подстройки приемник приобретает чувствительность, превышающую 1 мкв, не уступающую чувствительности современного любительского супергетеродина. При использовании в каскадах усиления ВЧ и особенно смесителя ламп 6К7 вместо 6Ж6С чувствительность приемника резко снижается.

ГЕНЕРАТОРЫ

ГЕНЕРАТОР НА ДИАПАЗОН 144—146 Мгц

Генератор двухметрового диапазона, входящий в комплект станции ШК-2, очень прост и работает вполне удовлетворительно. При использовании антенны типа «волновой канал» он обеспечивает дальность действия до 50 км, а при благоприятных условиях и более. С этой точки зрения он не уступает сложному пятикаскадному передатчику с кварцевой стабилизацией частоты колебаний, но имеет меньшую ее стабильность и худшее качество модуляции. Эти недостатки работы искупаются тем, что генератор прост по конструкции и его легко и быстро наладить.

Несмотря на некоторые погрешности в качестве пе-

редаваемого звука, вызываемые наличием паразитной частотной модуляции, неизбежной в простых передатчиках, сигнал можно принять не только на сверхрегенератор (М5), но и на любой супергетеродин с оценкой не ниже М4. Изготовить передатчик с кварцевой стабилизацией, нуждающийся в многократном умножении, могут лишь конструкторы, имеющие высокую квалификацию. Школа же должна затратить большие материальные средства для приобретения нужных кварцев и полного комплекта дорогостоящей измерительной аппаратуры, без которой нельзя налаживать и настраивать передатчик. Поэтому сложный передатчик для школы рекомендовать нельзя.

Генератор содержит два каскада: возбудитель и усилитель мощности. Схема генератора дана на рис. 15.

Возбудитель (задающий генератор) собран по схеме с емкостной обратной связью и подачей анодного питания на среднюю точку катушки: дроссель Dp_1 подключен к средней точке катушки L_1 . При такой схеме индуктивность дросселя и его собственная емкость меньше влияют на частоту генерируемых колебаний. Ротор конденсатора настройки C_2 укреплен на шасси, благодаря чему руки оператора не влияют на настройку. Задающий генератор работает на рабочей частоте. Перекрываемый диапазон 144—146 Мгц. Напряжение анодного питания стабилизируется стабилитроном СГ-1П. Колебания в противофазе из контура возбудителя через конденсаторы связи C_4 и C_5 подаются на управляющие сетки лучевого тетрода типа ГУ-32, включенного по двухтактной схеме. Усиленные колебания развиваются в анодном контуре $L'_2C_9—L''_2C_{10}$. Ротор конденсатора переменной емкости этого контура, так же как и в контуре задающего генератора, соединен с шасси. Для создания отрицательного напряжения на управляющей сетке лампы в цепь катода включено сопротивление R_5 , зашунтированное двумя конденсаторами C_7 и C_8 . Электролитические конденсаторы обладают индуктивностью, с которой нельзя не считаться при работе на столь высокой частоте. Для уменьшения этой индуктивности, из-за которой возможно самовозбуждение оконечного каскада, параллельно электролитическому конденсатору подключен слюдяной C_8 , обладающий очень малой индуктивностью. При параллельном включении общая ин-

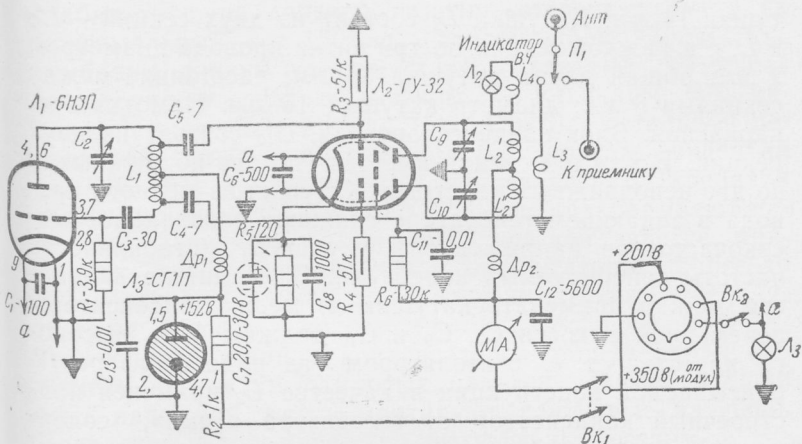


Рис. 15. Схема генератора на диапазон 144 Мгц

дуктивность уменьшается. Цепочка, состоящая из сопротивления R_2 и конденсатора C_{13} , способствует устранению связи по высокой частоте между каскадами через источники питания. Одновременно эта цепочка является дополнительным фильтром для питающего задающий генератор анодного напряжения. Конденсатор C_{12} способствует устранению самовозбуждения выходного каскада.

В передатчике для повышения устойчивости работы применены сопротивления, рассчитанные на повышенную мощность рассеивания. Задающий генератор работает со значительными сеточными токами, и если сопротивление сеточного смещения R_1 будет греться, то стабильность частоты резко снизится. Поэтому R_1 следует брать на мощность рассеивания не менее 2 вт.

Модулятор для передатчика на двухметровый диапазон отдельно не изготавливают; он является общим для генератора обоих диапазонов. Схема модулятора и его описание даны ниже.

Детали генератора — заводские, за исключением контурных катушек.

Катушка L_1 содержит четыре витка, выполненных из посеребренного провода диаметром 2 мм, намотка бескаркасная, внешний диаметр витков 14 мм, длина ка-

тушки 14 мм. Катушка L_2 состоит из двух секций — L'_2 и L''_2 , в каждой секции по три витка провода диаметром 2 мм; общая длина катушки 35 мм, расстояние между секциями 8 мм; диаметр катушки 16 мм. Намотка бескаркасная. Блок конденсаторов C_9, C_{10} состоит из двух секций. В каждой секции имеется по две подвижных и по две неподвижных пластины. Катушки из медного провода в задающем генераторе снижают развиваемое высокочастотное напряжение и ухудшают стабильность частоты генерируемых колебаний. В усилителе мощности можно применять катушки из меди. Конденсаторы переменной емкости C_2, C_9 и C_{10} должны быть высокого качества, т. е. с изолятором из радиофарфора. В описываемой конструкции в качестве C_2 применен подстроечный конденсатор от телевизора «Темп», содержащий две неподвижные и одну подвижную пластины; в нем одну неподвижную пластину удаляют, подвижную пластину уменьшают в размерах до 12—14 мм в диаметре. Конденсатор C_3 подстроечный, керамический, типа КПК-1. Применять другие конденсаторы (например, КТК) менее желательно, так как все они сверху покрыты лаком, снижающим их качество. Сопротивления R_2, R_6 — остеклованные, R_1, R_3, R_4 и R_5 — типа ВС. Можно применять сопротивления типа МЛТ, имеющие нужную мощность рассеивания. Панельки для ламп следует выполнять только на фарфоре, другие изоляторы дадут результаты хуже. Возможно, что при использовании пластмассовой панельки для лампы задающего генератора генерации не будет. В качестве выключателя BK_1 применен двухполюсный тумблер (типа ТВГ) на два положения; BK_2 и $П_1$ — однополюсные тумблеры (типа ТП1). Переключение антенны с приема на передачу с помощью обычного тумблера применено для упрощения конструкции, к тому же приобрести специальное антенное реле для школы не легко.

Дроссели ВЧ (Dr_1, Dr_2) должны иметь каркас из фарфора (радиокерамики). Провод наматывают на полуваттных сопротивлениях типа ВС (диаметр 4 мм, длина намотки 18 мм), число витков 50, провод ПЭШО 0,15, намотка прогрессивная (см. рис. 7).

Монтаж генератора следует начинать с крепления всех деталей в соответствии с разметкой шасси (рис. 16). На горизонтальном шасси размещают лампы,

стабилитрон, на лицевой панели — миллиамперметр на максимальный ток 150 ма , конденсаторы C_2, C_9, C_{10} , тумблеры, фишку высокочастотного разъема (антенный вывод), переключатель антенны $П_1$, индикатор ВЧ, индикатор включения накала (рис. 17). Все остальные детали размещают в подвале шасси; монтаж виден на рис. 18. Электролитический конденсатор C_7 крепят к шасси при помощи клея БФ-2. Затем прокладывают накаливающие цепи проводом в металлической оплетке, монтируют все сопротивления и конденсаторы, дроссели ВЧ. Монтаж должен быть предельно жестким, соединительные провода — короткими. Большую часть постоянных сопротивлений и конденсаторов припаивают к выводным контактам ламповых панелек. Пайка должна быть надежной. Затем монтируют контурные катушки. Крепление катушек должно быть очень жестким.

Налаживание и настройку генератора начинают с проверки наличия генерации задающего генератора. При правильном монтаже и нормальных напряжениях накала и анода генерация возникает сразу. Генерация может не возникнуть при плохом дросселе $Др_1$ и неисправной лампе. Лучшая лампа — типа 6НЗП.

При испытании работы задающего генератора лампы ГУ-32 не вынимают; ее оставляют, но анодно-экранное напряжение с нее снимают. Если этого не сделать, то лампа может выйти из строя из-за потери эмиссии вследствие чрезмерно большого тока, возникающего в лампе при ненастроенном анодном контуре или при отсутствии напряжения возбуждения. Убедиться в том, что задающий генератор работает, можно при помощи пробного витка с лампочкой ($3,5 \text{ в} \times 0,28 \text{ а}$) или неоновой лампочки МН-3. При напряжении на аноде 180 в мощность генератора такая, что лампочка от карманного фонаря горит почти полным накалом, а неоновая лампа светится очень интенсивно. На время налаживания стабилитрон вынимают.

Затем устанавливают нужную частоту колебаний. Если номиналы всех деталей соответствуют схеме, катушка и конденсатор настройки выполнены точно, монтажные провода предельно короткие и прямые, то можно быть уверенным, что необходимую частоту $144\text{—}146 \text{ Мгц}$ можно получить настройкой конденсатора C_2 без каких-либо других подстроек. Если почему-либо ча-

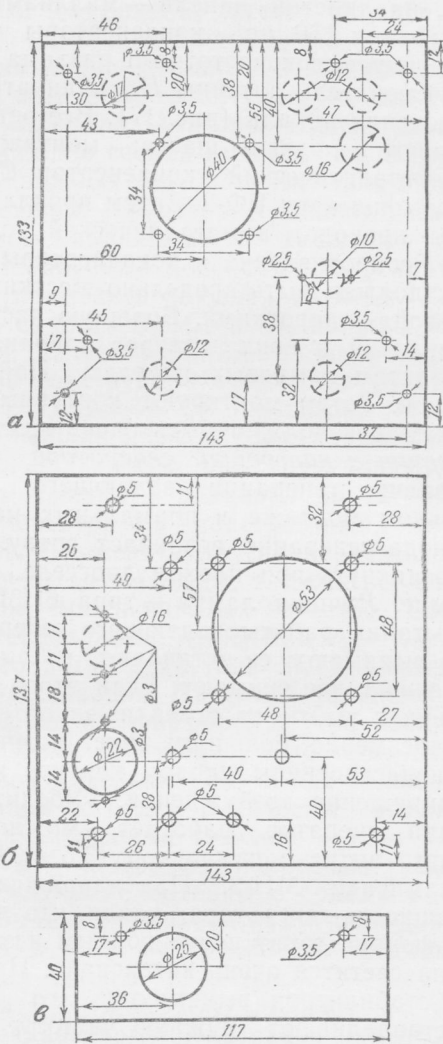


Рис. 16. Шасси передатчика:

а — разметка лицевой панели генератора на 144 Мгц; б — горизонтальной панели; в — задней панели

стота окажется вне диапазона, то следует настроиться на нужную частоту при помощи некоторого сжатия или растяжения витков катушки или путем сближения или

отодвигания пластин конденсатора. Изменение расстояния между пластинками в допустимых размерах позволяет изменить частоту более чем на 1 Мгц, тогда как изменение расстояния между витками вызывает изменение частоты примерно на 0,5—0,6 Мгц. В некоторых пределах частоту можно изменить при помощи подстроечного конденсатора C_3 . Но его емкость не следует доводить до малых значений (менее 25 пф), так как при этом генерация делается неустойчивой или срывается совсем.

Контроль за частотой ведется по приемнику, описанному выше. Если кружковцы сначала изготавливают генератор, а не приемник, настройку генератора следует производить при помощи измерительной линии (система Лехера). Конструктивное выполнение этой линии и метод определения частоты колебаний генератора известны преподавателю физики.

После того как задающий генератор настроен на требуемую частоту, приступают к настройке усилителя мощности. Для этого на лампу усилителя подают анодно-экранное напряжение и при отключенной антенне вращают ручку настройки конденсатора оконечного каскада, следя за показаниями миллиамперметра, до получения резонанса. При резонансе показания прибора уменьшаются примерно на 40—50%. Одновременно следует контролировать настройку при помощи витка с лампочкой 6,3 в и 0,28 а или неоновой лампочки МН-3.

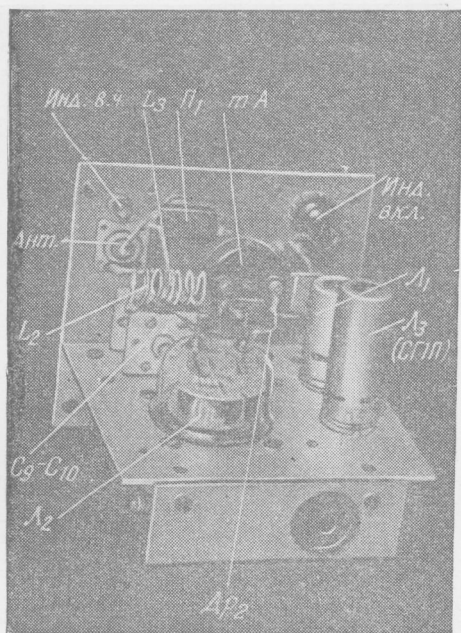


Рис. 17. Расположение деталей на шасси генератора двухметрового диапазона

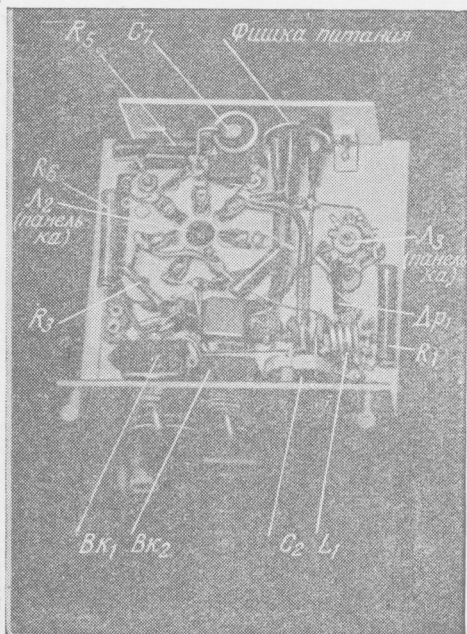


Рис. 18. Монтаж генератора

В описываемой конструкции предусмотрено постоянное включение лампочки $2,5 \text{ в} \times 0,075 \text{ а}$ в виток связи, расположенный от катушки контура на расстоянии $8-10 \text{ мм}$. Подобный индикатор высокочастотного напряжения прост по устройству, отбирает от контура мало энергии и позволяет контролировать настройку контура при включенной антенне. Это очень важно, так как при сильной связи с антенной спад анодно-экранного тока при резонансе незначи-

телен и контроль по прибору становится малоэффективным.

При точной настройке и подаче на анод напряжения 350 в индикаторная лампочка горит полным накалом (возможно перегорание ее при чрезмерном сближении витка с катушкой контура), а неоновая лампа ярко светится, будучи даже не подключенной к контуру.

Если при любом положении ротора конденсатора переменной емкости резонанса достичь не удастся, необходимо попытаться получить его при помощи раздвижения или сближения витков катушки. Возможно придется изменить число витков катушки, но не более чем на $1/4$ витка. Пластины конденсатора в этом контуре подвергать деформации (в целях их сближения) нельзя, так как при этом возможен пробой воздушного промежутка высокочастотным напряжением.

Оптимальная связь контура с антенной находится изменением числа витков катушки L_3 в пределах от од-

ного до двух витков в зависимости от волнового сопротивления антенного фидера. При чрезмерно сильной связи (число витков велико) анодно-экранный ток лампы выходного каскада при подключении антенны увеличивается более чем вдвое, при этом резонанс не обнаруживается ни при каком положении ротора блока конденсаторов настройки, судить о настройке выходного контура оказывается невозможным.

При чрезмерно слабой связи (число витков мало) антенна почти не нагружает контур, анодно-экранный ток увеличивается незначительно; резонанс ярко выражен, но излучаемая антенной мощность невелика.

Надо подобрать такое число витков, чтобы при резонансе и подключенной антенне прирост тока составлял 30—40%.

Окончательную корректировку связи с антенной производят во время радиообмена с корреспондентами.

Генератор на диапазон 28,2—29,7 Мгц

В школьной радиостанции ШК-2 применена схема генератора ВЧ, существенно отличная от схемы первой радиостанции (см. сноску на стр. 10). В настоящее время двухкаскадный передатчик по своим качественным показателям уже не отвечает возросшим требованиям в связи с переходом на международный диапазон. Такой передатчик не отличается высокой стабильностью частоты колебаний, модуляция его не свободна от незначительных частотных искажений.

В схеме радиостанции ШК-2 применен трехкаскадный генератор ВЧ. Возбудитель работает на пониженной вдвое частоте. Между ним и выходным каскадом включен разделительный каскад (удвоитель), исключая обратное влияние выходного каскада на частоту задающего генератора. Усилитель мощности работает по более простой — одноконтурной схеме, требующей меньше деталей, облегчающей налаживание и настройку, создающей благоприятные условия для высокого коэффициента передачи мощности из контура в антенну и позволяющей легко согласовывать несимметричный выход передатчика с несимметричным фидером любого типа.

В двухконтурной схеме, примененной в описанной ра-

нее конструкции, симметричный выход не всегда удается хорошо согласовать с несимметричным коаксиальным кабелем. Это согласование осуществляют путем изменения числа витков антенной катушки и расстояния ее от катушки контура. Иногда нужное число витков в пространстве между секциями анодной катушки не умещается, а оптимального расстояния подобрать не удастся. Даже при малых расстояниях связь между катушками получается все же не оптимальной, а витки при сотрясениях замыкаются между собой. От всех этих недостатков свободна схема одноконтурного выхода, при которой необходимое согласование выхода с фидером осуществляется простым перемещением точки отвода на антенну вдоль катушки контура.

Генератор передатчика содержит три каскада: задающий генератор, удвоитель частоты и усилитель мощности. Подводимая мощность 40 вт (вторая категория). В передатчике, рассчитанном для работы только в телефонном режиме, применена амплитудная анодно-экранная модуляция, обеспечивающая высокое качество передачи звука. Для осуществления этого вида модуляции требуется модулятор мощностью 20 вт.

Генератор обеспечивает устойчивую частоту колебаний и узкую полосу излучения. В нем применена простая схема включения выходной лампы, не требующая применения отрицательного напряжения, подаваемого от отдельного источника питания. Напряжение смещения на управляющей сетке создается за счет падения напряжения на сопротивлении, включенном в цепь катода. Это освобождает кружковцев от необходимости строить еще один выпрямитель для получения отрицательного напряжения.

Передатчик имеет простое управление и обеспечивает быструю перестройку с одной частоты на другую; он содержит индикатор ВЧ колебаний, позволяющий судить о мощности излучения. В нем достигнуто хорошее согласование выхода с фидером антенны, что обеспечивает высокий коэффициент передачи энергии в антенну. Применение отдельного выключателя для задающего генератора позволяет производить точную настройку на частоту корреспондента на слух или при помощи S-метра.

Передатчик обеспечивает дальность действия на

расстоянии до 80—90 км при самой простой штыревой антенне и позволяет при наличии условий для прохождения волн данного диапазона успешно проводить дальние связи. Он испытывался в работе на радиостанциях УАЗКСС (школа № 59 г. Москвы), УАЗАР и показал хорошие результаты. При использовании низко расположенной, но хорошо согласованной антенны, установленной на крыше двухэтажного дома, находящегося в окружении высоких зданий, было проведено за один час 35 связей, а за 6 часов 145 связей. В число этих связей входили связи с областными и дальними станциями.

Схема генератора изображена на рис. 19. Задающий генератор собран на одном триоде лампы 6Н1П по схеме с катодной связью (возможно параллельное включение обоих триодов). В подобной схеме применяют лампу типа тетрод (например, 6П1П и др.), в которой экранирующая сетка играет роль заземленного анода. Однако триод здесь обеспечивает большую стабильность частоты колебаний. В анод включен дроссель Dr_1 , являющийся для нее апериодической нагрузкой, позволяющей исключить контур, требующий настройки. Задающий генератор при указанных на схеме и описании данных контура генерирует колебания с частотой от 14,1 до 14,85 Мгц. Минимальная частота устанавливается конденсатором C_3 при наибольшей емкости конденсатора C_2 . Таким образом, возможность работы в телеграфном участке (28—28,2 Мгц) полностью исключена. Параметры контура подобраны так, что при полностью выведенном роторе конденсатора настройки (емкость минимальная) наивысшая частота генератора получается равной 14,85 Мгц. Этим обеспечивается работа всех операторов независимо от их подготовки, умения и внимательности только в пределах участка диапазона, предназначенного для телефонной работы.

Напряжение анодного питания лампы задающего генератора стабилизировано стабилитроном L_4 . Если этого не сделать, то точно настроиться на частоту корреспондента невозможно, так как при включении передатчика, потребляющего значительный ток, напряжение на аноде генераторной лампы уменьшается. Изменение анодного напряжения вызовет изменение частоты генерируемых колебаний. Следовательно, теперь, после перехода на передачу, частота уже будет иной, чем та,

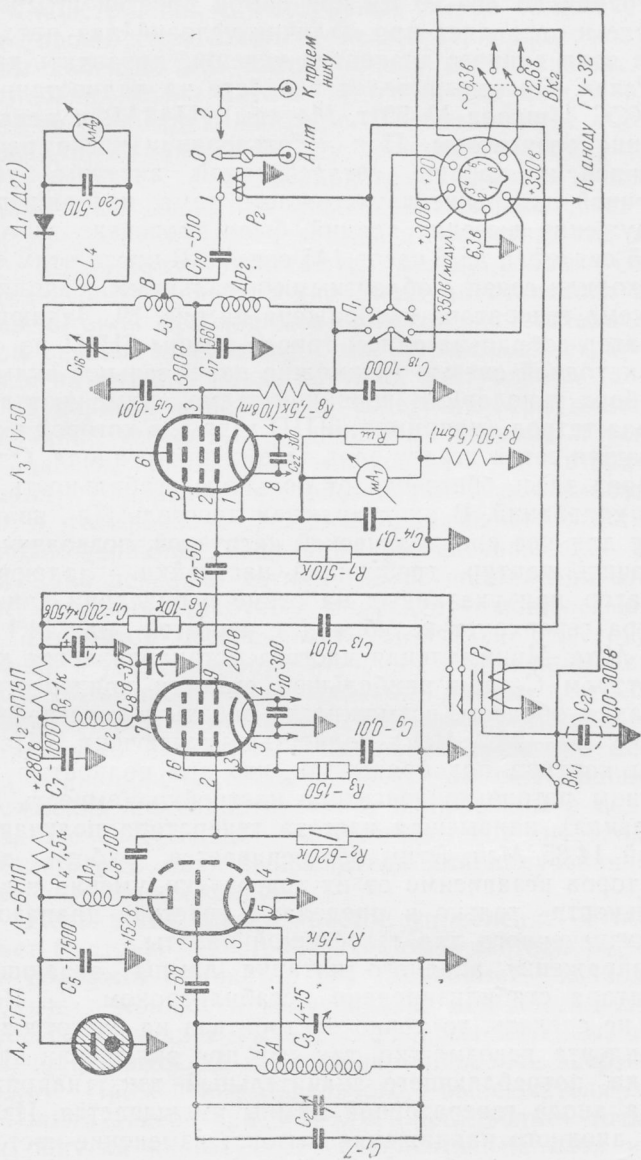


Рис. 19. Схема генератора на дециметровый диапазон

на которой работает корреспондент и на которую предварительно был настроен генератор.

В описываемой схеме применено питание задающего генератора от отдельного выпрямителя, собранного на трансформаторе от приемника «Рекорд» (или АРЗ-53). При такой схеме питания не появляется паразитная частотная модуляция. При разогреве передатчика обычно наблюдается «уход» частоты колебаний. Для ослабления этого явления параллельно конденсаторам C_3 и C_2 подключен термокомпенсирующий конденсатор C_1 с отрицательным температурным коэффициентом. Его емкость подбирается опытным путем (конденсатор группы Д, красный цвет).

Напряжение ВЧ с анода лампы L_1 через конденсатор C_6 подается на удвоитель, собранный на лампе с высокой крутизной характеристики 6П15П ($S = 14,7$ ма/в). В цепь анода удвоителя включен колебательный контур, настроенный на среднюю удвоенную частоту задающего генератора, т. е. на $28,5$ Мгц*. В процессе эксплуатации передатчика этот контур не перестраивается, что повышает оперативность работы в связях. Так как между всеми каскадами генератора применена емкостная связь, то заметного ослабления сигнала при настройке на граничные частоты не наблюдается. К тому же следует иметь в виду, что для обычной телефонной работы отведен участок диапазона шириной всего $0,5$ Мгц (с $28,2$ до $28,7$ Мгц).

В интервале этой полосы можно работать без всякой подстройки не только контура удвоителя, но и контура выходного каскада; снижения излучаемой мощности не произойдет.

Затем колебания с анода лампы удвоителя через конденсатор C_{12} подаются на лампу L_3 оконечного каскада (усилителя мощности). Колебательный контур этого каскада рассчитан также на перекрытие частот $28,2—29,7$ Мгц. Далее колебания через конденсатор C_{19} (исключающий возможность попадания высокого постоянного напряжения в антенну) подаются в цепь антенны для излучения. С катушкой L_3 индуктивно связана катушка L_4 индикатора высокочастотных колебаний. По-

* Выбор частоты, принимаемой за среднюю, зависит от того, на каком участке диапазона работает наибольшее число станций.

лупроводниковый диод D_1 выпрямляет эти колебания и постоянная составляющая измеряется магнитоэлектрическим прибором MA_1 . Через конденсатор C_{20} проходит переменная составляющая выпрямленного тока. По показаниям прибора можно приближенно судить о мощности, отбираемой от контура антенной. При хорошем согласовании фидера антенны с выходом передатчика показания прибора индикатора уменьшаются. Однако надо иметь в виду, что минимум показаний прибора не строго соответствует максимуму излучения антенны. В самом деле, можно установить такую сильную связь с антенной, что последняя внесет большое затухание в анодный контур выходной лампы (произойдет резкое снижение его добротности), мощность колебаний в контуре упадет, наводимое по индукции напряжение в контуре индикатора значительно понизится и стрелка прибора отклонится незначительно. Это явление вызовет резкое снижение мощности излучения. Прибор индикатора применяют для того, чтобы при наличии необходимого согласования антенны с фидером и фидера с выходом передатчика определенное показание прибора точно соответствовало определенной мощности излучения. Антенна в передатчике переключается при помощи антенного реле. При переходе на передачу якорь реле притянется к его сердечнику, контакты $0-1$ замкнутся и антенна окажется подключенной к контуру передатчика. При выключении передатчика контакты $0-1$ размыкаются, а $0-2$ замыкаются: антенна подключается к приемнику.

Для лучшей фильтрации питающего анодного напряжения (лампы 6Н1П) и анодно-экранного напряжения (лампы 6П15П) и предотвращения самовозбуждения цепях задающего генератора и удвоителя применены усиленные «развязки-фильтры», состоящие из последовательно включенных сопротивлений R_4 и R_5 и шунтирующих конденсаторов C_5 , C_{21} и C_7 , C_{11} . Сопротивление R_4 и конденсаторы C_5 и C_{21} образуют дополнительный к выпрямителю П-образный фильтр, что обеспечивает высокую степень фильтрации анодного напряжения, питающего задающий генератор, и исключает появление фона переменного тока.

Конденсаторы C_{17} и C_{18} , шунтирующие дроссель Dp_2 в цепи анода выходной лампы, также способствуют ус-

тановлению несамовозбуждающегося режима. При их отсутствии возможно проникание токов ВЧ в выпрямитель, а следовательно, и в другие каскады генератора, питающиеся от этого выпрямителя, что может привести к самовозбуждению. Величина емкости этих конденсаторов не должна быть больше указанной на схеме, так как при большой их емкости в модуляционном спектре верхние звуковые частоты будут «срезаны». По этой же причине конденсатор C_{15} в цепи экранирующей сетки оконечной лампы не следует брать более 0,01 мкф.

Передачик настраивают на частоту корреспондента только одним задающим генератором ($B_{к1}$ включен). Включение всего передачика производят тумблером Π_1 , при помощи которого замыкаются одновременно две цепи: цепь анода и экранирующей сетки выходной лампы и цепь питания двух реле — антенны P_2 и реле питания анодов ламп задающего генератора и удвоителя P_1 . На то и другое реле напряжение питания подается не от отдельного источника, а снимается с сопротивления R_{14} , включенного в цепь катода ламп 6ПЗС выходного каскада модулятора (см. рис. 24).

Экономичность питания передачика можно повысить, если на управляющую сетку выходной лампы подать независимое отрицательное напряжение от минуса 110 до минуса 120 в от специального выпрямителя. При этом подводимая к лампе мощность резко снизится, одновременно снизится и полезная, идущая на излучение мощности. Для восстановления прежнего уровня мощности излучения необходимо будет увеличить напряжение раскочки (подводимое к управляющей сетке высокочастотное напряжение от удвоителя) и напряжение анодного питания (до 600—700 в).

Детали генератора. Контурные катушки задающего генератора и удвоителя выполняют из медного посеребренного провода. Катушку задающего генератора L_1 наматывают на керамическом каркасе. Лучше всего для задающего генератора использовать подходящий керамический каркас от какой-либо заводской конструкции. Намотку провода следует производить с предварительным его прогревом ($t^\circ=90-100^\circ$) и сильным натяжением. Остальные катушки бескаркасные, изготовить их нетрудно. Данные катушек приведены в табл. 3.

Катушки	Число витков	Диаметр катушки (внешней), мм	Диаметр провода, мм	Длина намотки, мм	Примечание
L_1	18	15	1,0	35	Отвод от 10-го витка, провод посеребренный Провод посеребренный Провод медный посеребренный
L_2	10	21	2,0	30	
L_3	10	32	3,0	50	

Конденсаторы C_2 , C_{16} — с воздушным диэлектриком на керамическом основании. Применять конденсаторы с другим, худшим по качеству изолятором не следует, а в контуре задающего генератора нельзя. При плохом изоляторе невозможно добиться нужной стабильности частоты. Оба конденсатора имеют пластины одинаковых размеров; их радиус 22 мм. Конденсатор C_2 содержит три пластины неподвижные и две подвижные, конденсатор C_{16} — три подвижные и четыре неподвижные. Если приобретенные кружковцами конденсаторы будут иметь большее число пластин, то лишние пластины следует удалить, пользуясь маленькими плоскозубцами и соблюдая при этом необходимую предосторожность, чтобы случайно не деформировать остающиеся пластины. В статорной системе может быть любое число пластин, лишние пластины этой системы удалять не следует. Конденсатор контура удвоителя C_8 — типа КПК-1 емкостью 8—30 пф, конденсатор C_4 в цепи сетки лампы задающего генератора — слюдяной, термокомпенсационный конденсатор C_1 , а также конденсаторы C_6 , C_{11} — трубчатые, типа КТК. Бумажные конденсаторы во всех высокочастотных контурах использовать нельзя. При подборе остальных конденсаторов (в цепях развязок) надо обращать внимание на то, чтобы напряжение, под которым они будут находиться, не превышало их рабочее напряжение (оно обозначено на корпусе конденсатора), иначе неизбежен пробой. Все сопротивления — типа ВС, кроме R_4 , R_5 , R_8 , R_9 , последние — остеклованные типа ПЭВ-5 и ПЭВ-10; мощность рассеивания всех сопротивлений не меньше указанной на схеме.

Сопротивления, рассчитанные на меньшую мощность рассеивания, будут в процессе работы передатчика сильно нагреваться, отчего устойчивость работы генератора снизится.

Реле для переключения антенны должно быть смонтировано на керамике и обладать малой индуктивностью выводов, сопротивление обмотки реле — не более 300 *ом*. Это реле можно заменить обычным тумблером на два положения, но результаты такой замены будут хуже. Реле для включения цепей анодного питания задающего генератора и удвоителя содержит 5 000 витков провода ПЭЛ 0,15, диаметр катушки 25 *мм* (внешний), длина катушки 30 *мм*, диаметр сердечника 10 *мм*. Сопротивление его обмотки 270 *ом*.

Панельки для ламп — керамические, для лампы ГУ-50 промышленностью изготавливается специальная панелька, соединенная непосредственно с экраном для лампы. Применять экраны для ламп задающего генератора и удвоителя не обязательно, так как они отделены одна от другой экранными перегородками (см. рис. 21).

Выключатель Bk_1 — однополюсный тумблер типа ТП1, Bk_2 и P — двухполюсные тумблеры (на одновременное замыкание или размыкание двух независимых цепей).

Приборы mA_1 и mA_2 — магнитоэлектрической системы на максимальные токи соответственно 200 и 1 *ма*. Если у кружковцев есть прибор на ток меньший, чем 200 *ма*, то следует применить шунт, сопротивление которого рассчитывают по следующей формуле:

$$R_{ш} = \frac{R_{пр}}{\frac{I_{макс}}{I_{пр}} - 1}, \quad (2)$$

где $R_{пр}$ — сопротивление прибора без шунта, *ом*;
 $I_{макс}$ — ток, на который рассчитывают прибор, *ма*;
 $I_{пр}$ — ток прибора (максимальный) без шунта, *ма*.

В качестве фишки питания применяют керамическую ламповую панельку для обычной восьмиштырьковой лампы. Панелька из пластмассы здесь малопригодна из-за того, что может выгореть изолятор при неплотном контакте между панелькой и колодкой питания. В генераторе применены два дросселя ВЧ (в цепи анодов 6Н1П

и ГУ-50); их изготавливают на фарфоровом основании двухваттного сопротивления ВС. Дроссель Dp_2 содержит 120 витков провода ПЭЛ 0,3, уложенного виток к витку, дроссель Dp_1 — 220 витков провода ПЭШО 0,12.

Шкалу изготавливают из пластинки цветного органического стекла толщиной 2 мм. Пластинку с обеих сторон обрабатывают наждачной бумагой до получения матовой поверхности. Изнутри шкала подсвечивается двумя лампочками на 6,3 в. Для их крепления применены уголки из алюминия с отверстием по диаметру винтовой нарезки цоколя лампочки.

Для подключения антенны используют фишки высокочастотных разъемов, рассчитанные под фидер с волновым сопротивлением 75 ом. Вместо них можно поставить обычные зажимы на хорошем изоляторе (лучше — керамика, хуже — органическое стекло).

Монтаж генератора начинают с укрепления всех деталей на предназначенных для них местах. Разметка отверстий дана на рис. 20, а на рис. 21 и 22 показано расположение деталей и измерительных приборов. На горизонтальной панели размещают лампы, электролитические конденсаторы C_{11} и C_{21} , катушки контуров удвоителя и усилителя мощности L_2 , L_3 , антенное реле P_2 ; на вертикальной — конденсаторы настройки задающего генератора и усилителя мощности C_2 и C_{16} , измерительные приборы MA_1 , MA_2 , выключатели Bk_1 , Bk_2 , переключатель P , антенные фишки (верхняя для подключения антенны, нижняя для соединения с антенным зажимом приемника). На экранной перегородке крепят реле P_1 для включения анодного питания ламп задающего генератора и удвоителя. Конденсатор C_8 контура удвоителя крепится на горизонтальной панели снизу. Катушки L_2 и L_3 крепят следующим образом. В приготовленные заранее отверстия вставляют изоляционные втулки, изготовленные из органического стекла, в которые закрепляют болты (этими втулками их изолируют от металла шасси). На них надевают изоляционные шайбы и металлические лепестки: с обеих сторон для катушки L_2 и с одной стороны для катушки L_3 . Сверху к лепесткам крепят катушку удвоителя, снизу — конденсатор C_8 и монтажные провода.

Конденсатор должен быть закреплен при помощи болтиков. Точно таким же способом крепят конденсатор

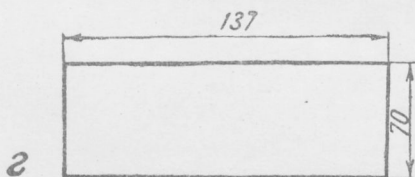
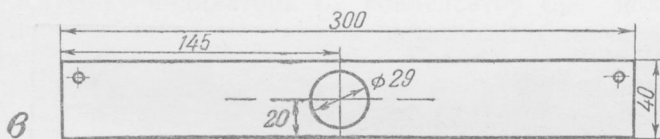
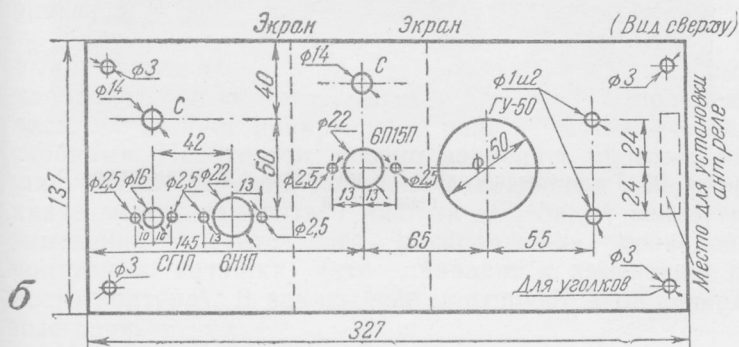
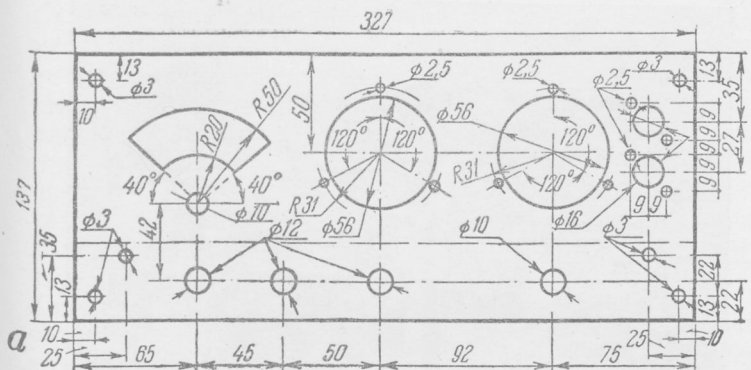


Рис. 20. Разметка отверстий шасси:

а — на лицевой панели (диаметры отверстий для приборов и ВЧ фишек устанавливаются в зависимости от габаритов имеющихся приборов и фишек); б — на вертикальной панели; в — на задней панели (диаметры отверстий Φ_1 и Φ_2 для крепления катушки выбираются в зависимости от габаритов имеющихся проходных изоляторов); г — экран (2 шт.)

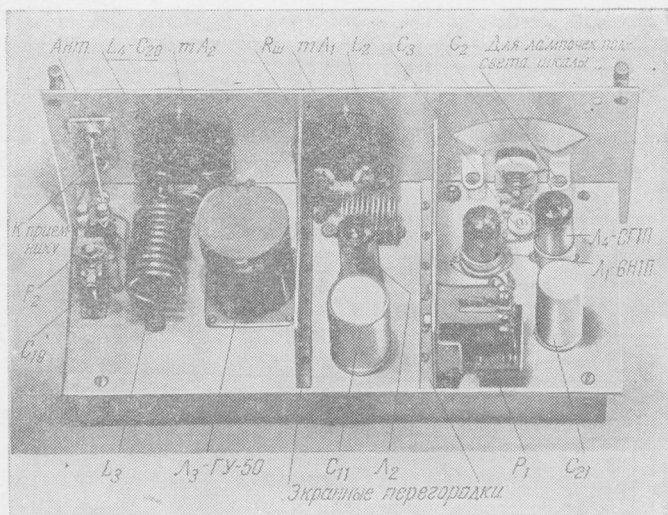


Рис. 21. Расположение деталей на шасси десятиметрового генератора

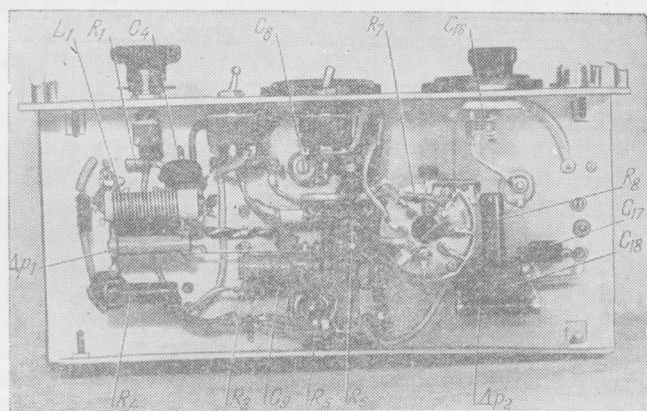


Рис. 22. Монтаж в подвале шасси генератора

С₃. Катушку выходного каскада крепят иначе: ее припаивают непосредственно к сточенным на плоскость головкам винтов. Монтаж получается прочным. На рис. 23 показаны устройство проходных контактов и способ крепления катушек. Катушку задающего генератора крепят на угольниках в подвале шасси в горизонтальном положении.

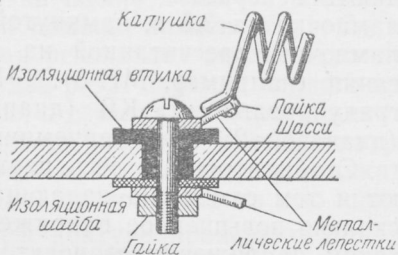


Рис. 23. Устройство проходного контакта и способ крепления контурных катушек (L_2 и L_3)

Далее монтируют цепи коммутации (реле P_1 , P_2 , выключатели BK_1 , BK_2 и Π) проводом, заключенным в хлорвиниловые трубки. Чтобы провода не перемещались, их следует прикрепить к шасси металлическими скобками. Необходимо прочно закрепить провода, идущие вблизи катушки контура задающего генератора, иначе может измениться частота колебаний вследствие изменения относительного расположения проводов и контурной катушки (что приводит к изменению емкости контура). В заключение монтируют анодно-экранные цепи.

Катушку индикатора L_4 , конденсатор C_{20} , полупроводниковый диод монтируют непосредственно на зажимах прибора, после чего прибор ставят на шасси. Шунтирующее сопротивление изготовляют из константановой или манганиновой проволоки в изоляции, наматываемой на шунтирующем конденсаторе C_{14} , и крепят также на зажимах прибора.

Налаживание и настройка генератора. По окончании монтажа следует тщательно проверить правильность соединения всех деталей. При помощи омметра надо определить, нет ли замыкания цепей анодного питания всех каскадов. Налаживают и настраивают генератор отдельно от других блоков станции. Напряжения питания подаются от отдельного выпрямителя. Сначала нужно проверить цепь накала всех ламп, кенотрон из выпрямителя при этом вынимают.

Затем проверяют работу задающего генератора. Анодное напряжение на остальные два каскада не по-

дают. Генерацию проверяют, как обычно, с помощью лампочки на 3,5 в, замкнутой на виток, или неоновой лампочки, рассчитанной на низкое напряжение зажигания (например, МН-3). Частоту контролируют по градуированному КВ (диапазон 14 Мгц) или УКВ (диапазон 28 Мгц) приемнику.

Стабилитрон на весь период налаживания вынимают и тем самым на задающий генератор подается несколько повышенное напряжение 190 в. Колебания при таком напряжении становятся более интенсивными и их легче обнаружить. При исправно работающем генераторе лампочка на 3,5 в должна гореть полным накалом, МН-3 — светиться довольно ярко. Прикасаться неоновой лампочкой следует к аноду 6Н1П. Если в монтаже не допущено ошибок и на лампу поданы нормальные напряжения питания, то генерация возникает сразу. Если ее нет, необходимо проверить, от какого числа витков подан отвод на катод. Отвод на катод берут от десятого витка (точка А, см. рис. 19). В зависимости от работоспособности генераторной лампы точку для отвода можно сместить на несколько витков в ту или иную сторону до получения интенсивной устойчивой генерации.

Иногда колебания в контуре генератора никакими способами возбудить не удастся. Это происходит часто оттого, что в конденсаторе связи C_6 вследствие неисправности накоротко замкнуты обкладки или слишком мало сопротивление R_1 (сотни ом), маркировка его ошибочна. Конденсатор и величину сопротивления проверяют авометром «Школьный».

После того как установят, что задающий генератор работает нормально, следует подать анодное напряжение на лампу удвоителя и вращением ротора подстроечного конденсатора добиться настройки контура в резонанс.

Резонанс обнаруживают по яркому свечению индикаторных лампочек. При соблюдении данных контура и режимов питания лампы удвоитель настраивают на требуемую частоту одним лишь конденсатором C_8 (в описываемой конструкции резонанс получен при емкости этого конденсатора, близкой к минимальной, примерно 10 пф).

Затем следует проверить настройку контура выход-

ного каскада. Для этого на лампу подается анодно-экранное напряжение и при помощи конденсатора C_{16} добиваются резонанса. При резонансе анодно-экранный ток уменьшается почти в два раза. Стрелка первого прибора mA_1 отклонится влево, а стрелка прибора индикатора mA_2 вправо. Путем подбора расстояния между катушками L_3 и L_4 следует добиться, чтобы стрелка индикатора при отключенной антенне отклонялась на всю шкалу.

Мощность колебаний в контуре проверяют при помощи осветительной лампочки 127 в, 40 вт, подключенной средним контактом к антенной фишке, а цоколем к корпусу генератора. При отводе на антенну от третьего витка (считая от конца, соединенного с дросселем) и напряжении на аноде 350 в, лампа должна накаливаться более чем в полнакала.

После того как будет проверен весь высокочастотный тракт генератора, стабилитрон L_4 следует включить и подстроить еще раз контур удвоителя на выбранную в качестве средней частоту, например 28,5 Мгц. При включенном стабилитроне мощность колебаний несколько снизится, так как стабилизированное напряжение для СГП составляет 152 в (вместо 180—190 в, ранее поданных на анод).

В заключение опытным путем подбирают наиболее выгоднейшее положение точки B отвода на антенну (см. рис. 19). Чем ближе точка к аноду, тем выше напряжение, подводимое к антенне, тем ярче будут гореть высоковольтные индикаторные лампы, подключенные к антенной фишке. Лампочки же низковольтные (например, автомобильные), наоборот, будут гореть слабее. Общая закономерность здесь такая: для высокоомной нагрузки (например, для лампочек на напряжение 127, 220 в) в цепь антенны подключают большее число витков катушки контура, для низкоомной (например, для лампочки на напряжение 6, 12 в) — меньшее.

Это относится и к фидеру антенны. Если фидер антенны имеет большое волновое сопротивление (150, 300 ом), то для такого фидера подбирают большее число витков, если фидер низкоомный (например, 50, 70 ом) — меньшее.

В том и другом случае надо подобрать оптимальное положение точки B , при котором антенной будет излучаться наибольшая мощность. При изменении положе-

ния этой точки показания приборов соответственно изменяются. При перемещении ее в сторону анода показания миллиамперметра mA_1 растут, а индикатора mA_2 уменьшаются, и, наоборот, когда точка B приближается к противоположному концу катушки, показания первого прибора уменьшаются, а второго (индикатора) резко возрастают.

Для данной конструкции взят фидер РК-1, имеющий волновое сопротивление 75 *ом*. Применительно к фидеру этого типа оптимальное излучение соответствует отводу от 2,5 витка; при этом ток анода достигает 100 *ма*, а стрелка индикатора отклоняется на одну четверть шкалы.

Окончательное положение точки отвода на антенну уточняют при проведении связей с корреспондентом, удаленным на расстояние 20—30 *км*, или с любым другим корреспондентом, имеющим в приемном устройстве S-метр.

Очень хорошие результаты в этом отношении получаются при использовании индикатора напряженности поля, установленного на расстоянии более 10 *м*. Хорошо настроенный передатчик работает устойчиво и не требует в дальнейшем повторного налаживания. Только при смене антенны необходимо каждый раз подбирать такое положение точки отвода на антенну, при котором антенна излучает максимум энергии. Все эксперименты по настройке передатчика с включенной антенной следует производить при отсутствии прохождения дальних станций и на участках диапазона, не занятых в данный период работающими станциями.

МОДУЛЯТОР

Модулятор предназначен для анодно-экранной модуляции. Он имеет очень простую схему, но развивает на выходе 18—20 *вт* неискаженной звуковой мощности, вполне достаточной для осуществления глубокой модуляции. В него встроен динамический громкоговоритель, который можно при помощи переключателя подсоединять к выходу модулятора. Это позволяет использовать модулятор в случае необходимости в качестве усилителя для получения громкоговорящего приема или проигрывания пластинок.

Модулятор имеет два входа: один для динамического микрофона типа МД-41, другой для звукоснимателя. Звукосниматель используют для передачи музыки только по проводам (внутри школы)*. Модулятор не нужно налаживать, он обеспечивает высококачественную и глубокую модуляцию, совершенно свободен от самовозбуждения и фона.

Схема модулятора изображена на рис. 24. Первый каскад собран на лампе 6Ж8 (L_1), второй — на левом триоде 6Н8С (L_2) (предварительный усилитель НЧ), третий — на лампах 6ПЗС (L_3 и L_4) (оконечный двухтактный усилитель). Фазиинверсный каскад выполнен на правом триоде лампы L_2 . Он служит для создания двух напряжений, равных по амплитуде, но сдвинутых по фазе на угол 180° . Вход M рассчитан на подключение динамического микрофона, имеющего чувствительность не ниже чувствительности микрофона типа МД-41 и содержащего входной трансформатор. Если в условиях той или иной школы нет необходимости в использовании модулятора как усилителя, то лучше гнезда для звукоснимателя не ставить. Этот дополнительный вход требует тщательной экранировки. Если этого не сделать, то возможно появление фона.

В анодных цепях первых двух каскадов применены усиленные развязки R_{12} , C_1 и R_{13} , C_2 , что создает условия для устойчивого невозбужденного режима. Усиленные первой лампой колебания подаются через конденсатор C_3 на управляющую сетку левого триода 6Н8С для последующего усиления. Напряжение звуковой частоты на верхнюю (по схеме) лампу L_3 подается с анода этого триода (через конденсатор C_7), а на нижнюю L_4 с анода другого (правого по схеме) триода (через конденсатор C_8). Эти два напряжения находятся в противофазе, что и является необходимым условием для работы двухтактного каскада. Напряжения должны не только находиться в противоположных фазах, но и быть равными в любой момент времени. Амплитуды звукового напряжения выравнивают при помощи сопротивления утечки сетки правого триода 6Н8С (R_7).

Как видно из рис. 24, напряжение на лампу L_3 подается после предварительного усиления двумя каска-

* На рис. 24 вход звукоснимателя не показан.

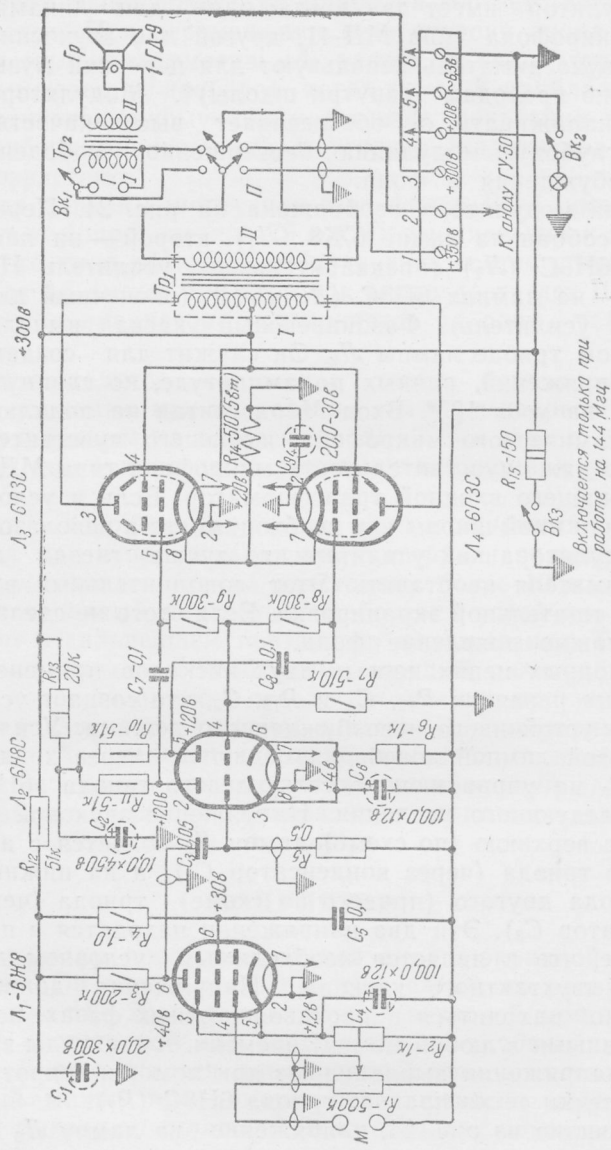


Рис. 24. Схема модулятора

дами L_1 и $1/2L_2$, а напряжение на лампу L_4 —после усиления тремя каскадами L_1 , $1/2L_2$ и $1/2L_3$.

Следовательно, на одну из ламп выходного каскада подается более сильный сигнал. Его следует ослабить. Это достигается тем, что величина сопротивления утечки сетки второго триода R_7 берется такой, при которой мгновенные значения напряжений, подводимых к сеткам ламп выходного каскада, были бы всегда равны между собой.

В цепь катода выходного каскада включено сопротивление автоматического смещения R_{14} , рассчитанное на значительную величину (510 ом). При такой величине сопротивления на нем развивается постоянное напряжение до 30 в, а потребляемый анодно-экранный ток незначителен. Это напряжение используется для питания двух реле генератора на диапазон 28 Мгц. При подключении реле напряжение падает до 18—20 в, чем обеспечивается нормальный неискаженный режим усиления выходного каскада.

При переходе на прием реле отключается, управляющие сетки ламп выходного каскада получают большое отрицательное напряжение (относительно катода) и анодно-экранный ток резко уменьшается. Хотя модулятор включен в течение всего времени пока работает станция, но нормально он нагружается только во время сеанса передачи. Переход на диапазон 144 Мгц связан с отключением реле. Чтобы при этом режим модулятора не нарушался, предусмотрено отдельное включение (тумблером $Bк_3$) сопротивления R_{15} параллельно сопротивлению R_{14} . Величина этого сопротивления такая, что при его подключении общее сопротивление катодной нагрузки остается тем же, что и при включенных реле.

Анодной нагрузкой для оконечных ламп является выходной каскад генератора. Для необходимого согласования сопротивлений применяют трансформатор Tr_1 , называемый модуляционным. Чтобы передача звукового сигнала была неискаженной, трансформатор должен иметь строго рассчитанные параметры, которые определяются следующими основными факторами: выходной мощностью модулятора, типами ламп оконечного каскада, величиной напряжения анодного питания, типом лампы выходного каскада генератора и режимом ее работы. Поэтому модуляционный трансформатор лишен

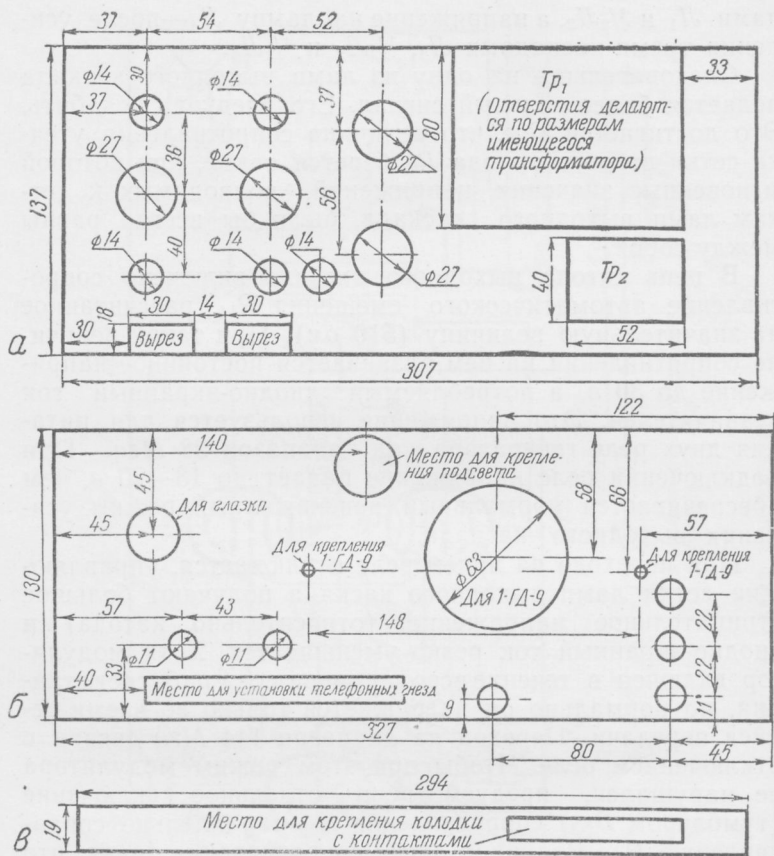


Рис. 25. Разметка отверстий на шасси модулятора: а — лицевой панели; б — вертикальной панели; в — размеры задней панели

той универсальности, которая позволяла бы радиолюбителям без ущерба качеству работы передатчика свободно применять один и тот же трансформатор, рассчитанный для работы только в определенных условиях, в любых других вариантах передающих устройств. Если данный трансформатор не обеспечивает согласования сопротивлений генератора и модулятора, если он выполнен без расчета соответственно данному режиму, то получить в передатчике высококачественную модуляцию

невозможно. В этом случае попытки добиться качественной передачи за счет изменения режимов работы предельных каскадов не могут привести к желаемым результатам: возможны лишь несущественные улучшения в модуляции, но не коренные изменения ее.

Детали модулятора и конструкция. Модулятор монтируют на шасси (рис. 25), имеющем очень малую глубину подвала (19 мм). Поэтому в нем применены малогабаритные сопротивления типа МЛТ и конденсаторы типа МБМ (малогабаритные, на рабочее напряжение 400 в постоянного тока). Сопротивление R_{14} в цепи катодов ламп 6ПЗС типа ПЭВ-7,5 (проволочное эмалированное влагостойкое, возможно применение ПЭВ-10,0). Выключатели $V_{к1}$, $V_{к2}$, $V_{к3}$ типа ТП (однополюсные), переключатель Π типа ТВГ (двухполюсный). Электролитические конденсаторы C_4 и C_6 в описываемой конструкции применены на емкость 100 мкф. В случае необходимости эти конденсаторы можно взять меньшей емкости (30 мкф). Переменные сопротивления R_1 типа СП; громкоговоритель 1-ГД-9 (эллиптический), ламповые панельки — керамические.

Модуляционный трансформатор выполнен на пластинках УШ-26. Толщина набора 45 мм. Обмотка I содержит 1000+1000 витков, выполнена в виде двух секций по 1000 витков в каждой; обмотка II содержит 1700 витков (одна секция). Обе обмотки намотаны проводом ПЭЛ 0,31. Сопротивление постоянному току обмотки I—90 ом, обмотки II—80 ом. Провод укладывается в пазах каркаса, изготовленного из листов тонкого органического стекла. Форма каркаса и его основные размеры приведены на рис. 26. Для каркаса не следует применять такие изоляционные материалы, как прессшпан, гетинакс, фибра. При модуляции общее напряжение, развивающееся в трансформаторе (относительно сердечника), достигает 700—800 в (400 в постоянного + +300—400 в звукового). Плохой изолятор может быть пробит действием столь высокого напряжения.

Трансформатор нужно выполнять тщательно. Каркас должен надежно изолировать обмотку от сердечника. Провод наматывают на каркас отдельными слоями; в каждом слое намотку ведут виток к витку, без провалов отдельных витков в соседние слои. Слои изолируют друг от друга парафинированной бумагой, взятой из

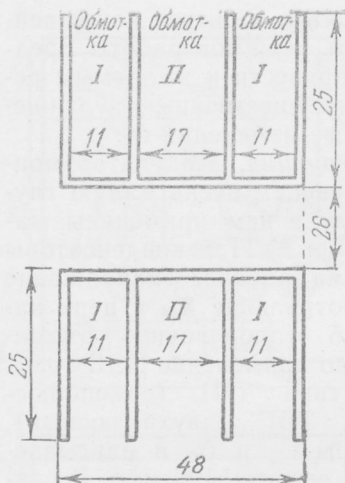


Рис. 26. Размещение обмоток на каркасе модуляционного трансформатора

бумажных, так называемых микрофарадных конденсаторов, рассчитанных на рабочее напряжение не ниже 200 в. Обмотку I размещают в двух крайних секциях, а модуляционную II — в одной средней секции. Модуляционный трансформатор надо обязательно экранировать.

На горизонтальной панели модулятора (рис. 27) размещают следующие детали: трансформатор Tr_1 , выходной трансформатор Tr_2 для громкоговорителя, все электролитические конденсаторы (C_1, C_2, C_4, C_6 и C_9), лампы, на передней панели — громкоговоритель, переменные сопротивления,

телефонные гнезда, выключатели Bk_1, Bk_2, Bk_3 , переключатель Π , индикатор включения накала, лампочка подсвета L . Лампу укрепляют на шарнире. Шарнир позволяет установить лампочку в лужном положении до получения наилучшей освещенности измерительных приборов или шкал настройки при работе в затемненном помещении.

Монтаж нужно выполнить жестко и аккуратно. Следует обратить внимание на то, чтобы монтажные планки для крепления выводов от обмоток трансформатора и колодка для соединения модулятора с источником питания и другими блоками радиостанции были выполнены из органического стекла. Корпуса переменных сопротивлений нужно надежно (пайкой) соединить с шасси. Из-за малого объема пространства в подвале шасси нужно применять только малогабаритные детали. В противном случае глубину подвала шасси следует увеличить на 20—25 мм. Но это повлечет за собой увеличение общей высоты каркаса радиостанции. Монтаж в подвале шасси изображен на рис. 28.

Аккуратно смонтированный модулятор, в котором

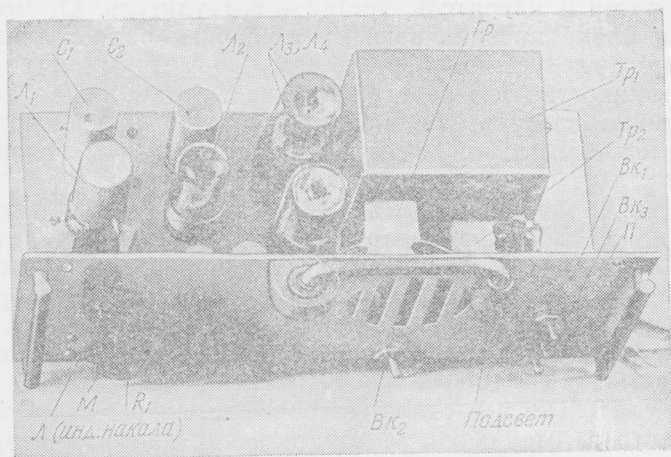


Рис. 27. Размещение деталей модулятора

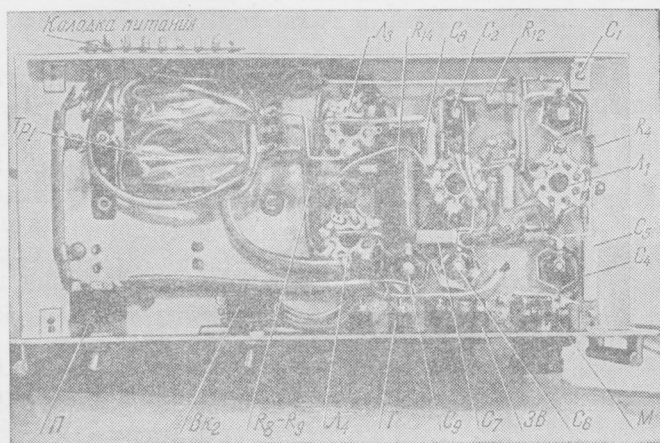


Рис. 28. Монтаж в подвале шасси модулятора

выдержаны указанные номиналы деталей, соблюдены режимы анодно-экранных напряжений, налаживать не нужно.

ВЫПРЯМИТЕЛИ

Для питания радиостанции применяют три выпрямителя. Один из них питает выходной каскад, другой—

модулятор и удвоитель, третий — возбуждатель. От мощности блока питания зависит мощность радиостанции. Поэтому следует приобретать трансформаторы достаточной мощности. Всю передающую часть станции (за исключением возбуждателя) можно питать от блока выпрямителей «Школьной УКВ радиостанции» (см. сноску на стр. 10).

Принципиальная схема блока выпрямителей дана на рис. 29. Трансформатор Tr_1 предназначен для питания лампы выходного каскада; его мощность должна быть около 200 *вт*, отдаваемый ток до 150 *ма* при напряжении 350—380 *в*. Трансформатор Tr_2 питает модулятор и удвоитель; его мощность 100—120 *вт*, он должен отдавать ток до 100 *ма* при напряжении 290—300 *в*.

Желательно все силовые трансформаторы брать заводского изготовления. Самодельные трансформаторы изготовить трудно по чисто техническим причинам (нужно много медной проволоки) и поэтому их нельзя рекомендовать школьным кружкам. Лучше всего в блоке применить готовые силовые трансформаторы от телевизоров.

В качестве Tr_1 можно использовать заводские силовые трансформаторы от телевизоров «Т-2 Ленинград», «КВН-49», «Беларусь», «Авангард-55», «Темп» и некоторые другие. Трансформаторы от более современных телевизоров не подойдут, так как они рассчитаны на значительно меньшую мощность. Модулятор можно питать от любого заводского силового трансформатора, предназначенного для питания телевизора или радиолы, имеющего мощность 120 *вт* (например, от приемников «Беларусь», «Минск-55», «Мир», «Латвия»).

Трансформатор Tr_3 должен отдавать ток 20—30 *ма* при напряжении 180—190 *в*. Из заводских конструкций наиболее подходит маломощный трансформатор от приемника «Рекорд-53» или «АРЗ-54». В более ранних выпусках в этих приемниках применялись автотрансформаторы. Они для питания возбуждателя непригодны.

Дроссели фильтра Dr_1 и Dr_2 взяты от телевизора «КВН-49». При подборе дросселей от телевизоров других типов надо учитывать, что их обмотка должна быть выполнена проводом диаметром не менее 0,3 *мм*, а сопротивление не более 100 *ом* (Dr_1) и 150 *ом* (Dr_2). Дроссель Dr_3 — от любого приемника второго класса.

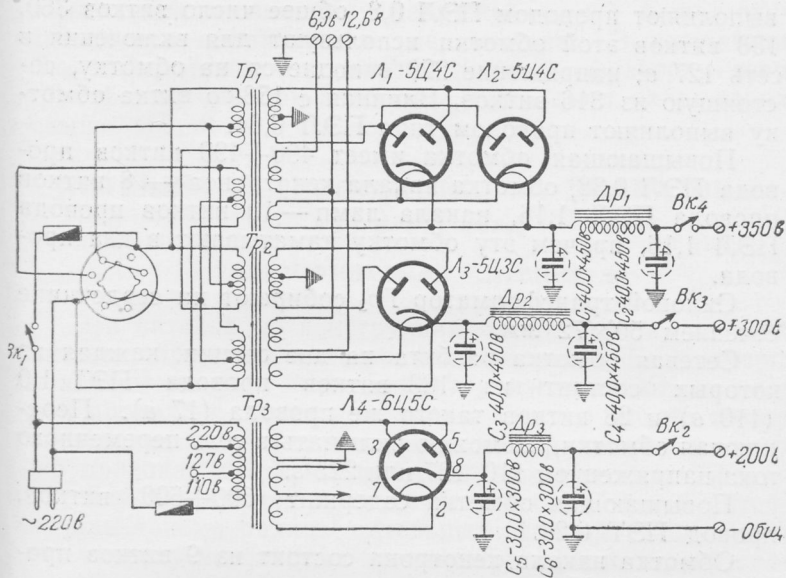


Рис. 29. Схема блока выпрямителей (напряжения на зажимах даны под нагрузкой)

Для получения хорошей фильтрации выпрямленного напряжения применены конденсаторы большой емкости. Емкость конденсаторов, питающих возбудитель и модулятор, уменьшать не следует, иначе, появится фон переменного тока. Некоторое уменьшение общей емкости без ущерба качеству работы в случае необходимости можно допустить лишь в фильтре выпрямителя, питающего последний каскад генератора. В этом выпрямителе можно вместо двух ламп 5Ц4С применить одну 5Ц3С, если примененный трансформатор обеспечивает необходимое напряжение (350—380 в). Лампа 5Ц4С обладает меньшим внутренним сопротивлением, чем лампа 5Ц3; при одновременном включении их общее сопротивление еще более снижается (уменьшается вдвое), при этом можно получить «выигрыш» напряжения в 15—17 в.

При самодельном изготовлении трансформаторов следует руководствоваться следующими данными: силовой трансформатор Tr_1 собирают на сердечнике из пластин Ш-40 с толщиной набора 70 мм; сетевую обмотку

выполняют проводом ПЭЛ 0,8, общее число витков 360, 158 витков этой обмотки используют для включения в сеть 127 в; напряжение 220 в подается на обмотку, состоящую из 316 витков. Начиная с 158-го витка обмотку выполняют проводом типа ПЭЛ 0,64.

Повышающая обмотка имеет 490+490 витков провода ПЭЛ 0,38, обмотка накала кенотронов — 8 витков провода ПЭЛ 1,16, накала ламп — 10 витков провода ПЭЛ 1,16, причем эту обмотку наматывают в два провода.

Силовой трансформатор Tr_2 собирают на сердечнике сечением 50×72 мм.

Сетевая обмотка разбита на две секции, каждая из которых состоит из 183 витков провода ПЭТ 1,0 (110 в) и 28 витков такого же провода (17 в). Переключая обмотки, их можно включать в сеть переменного тока напряжением 110, 127 или 220 в.

Повышающая обмотка содержит 600+600 витков, провод ПЭТ 0,29.

Обмотка накала кенотрона состоит из 9 витков провода ПЭТ 1,25.

Обмотка накала ламп состоит из 11 витков провода ПЭТ1 2,1.

Незанятые накальные обмотки накала на трансформаторе КВН (IV—V) соединяют последовательно, получая напряжение 13 в, которое используют для накала лампы ГУ-50.

Мощность трансформатора 216 вт.

Дроссели Dr_1 и Dr_2 , как уже было сказано, взяты от телевизора «КВН». Данные этого дросселя следующие: сердечник из пластин типа Ш-32, толщина набора 30 мм, число витков 2 500 провода ПЭТ1 0,35.

Накал всех ламп можно питать от одного силового трансформатора, например Т-2.

Выпрямитель с передатчиком соединен шлангом из проводов, оканчивающихся фишками, которые могут быть фабричными и самодельными (состоящими из панелек для ламп и октальных цоколей от ламп). Провода шланга заключены в мягкий металлический экран.

При монтаже выпрямителей надо обязательно предусмотреть предохранители со стороны высокого напряжения (на рис. 29 не показаны); они предохраняют кенотроны от выхода из строя при возможных коротких

замыканиях по высокому напряжению, что может случиться при налаживании передатчика. Выключатели $V_{к3}$ и $V_{к4}$ можно поставить также до фильтра, если трансформаторы при холостом ходе дают напряжения свыше 450 в.

АНТЕННЫ РАДИОСТАНЦИИ НА ДИАПАЗОНЫ 28 и 144 Мгц

ОДНОФИДЕРНАЯ АНТЕННА

Эта антенна по конструкции самая простая из всех антенн, применяемых радиолюбителями. Ее размеры показаны на рис. 30,а. Вибратор изготавливают из медной проволоки диаметром 1,5—2 мм; его можно также сделать из антенного канатика. Фидер делают из того же провода (без изоляции), что и вибратор. Крепят антенну на двух опорных мачтах, как и обычную антенну для приема радиовещательных станций. Чаще всего эту антенну используют при автотрансформаторной связи выхода передатчика; она дает удовлетворительные результаты.

Антенна обладает направленностью излучения. Диаграмма направленности в горизонтальной плоскости показана на рис. 30,б.

Из рисунка видно, что наибольшее излучение происходит в направлении, перпендикулярном вибратору. Следовательно, эту антенну надо ориентировать на корреспондента в направлении, перпендикулярном к нему. Отклонение в ориентации антенны на угол 15—20° против нужного направления заметно снижает у корреспондента уровень громкости. Наилучшие результаты получают при применении у корреспондентов однотипных антенн.

Если точка А выбрана правильно, то длина фидера не имеет значения. При использовании мощного передатчика лучше всего положение точки А уточнить на опыте, проверяя отдачу по накаливанию нити осветительной лампы 15 вт, 127 в, подсоединяемой средней частью цоколя к концам вибратора. Если достигнуто одинаковое и максимальное свечение лампочки в точках В и С, то положение точки А можно считать приблизительно найденным. Затем также следует подобрать дли-

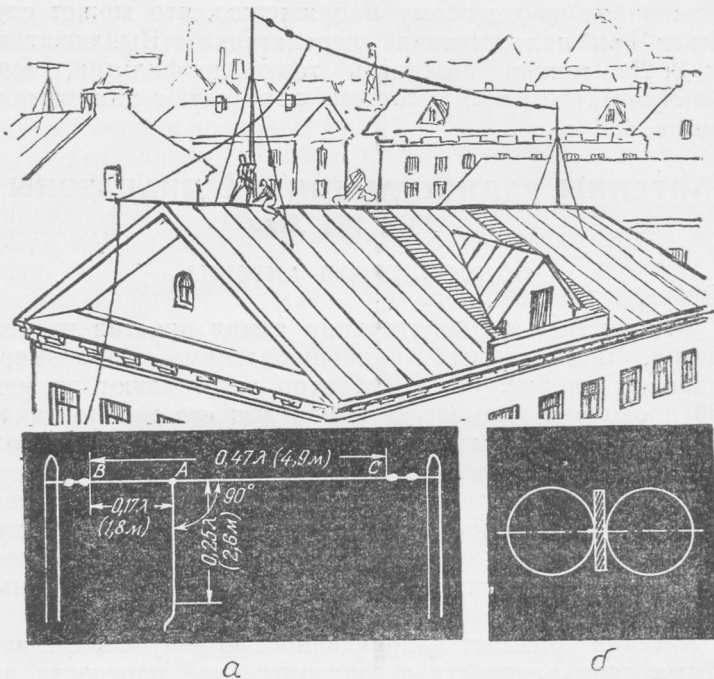


Рис. 30. Однофидерная антенна:
 а — размер антенны; б — диаграмма направленности излучения антенны в вертикальной плоскости

ну фидера. Для того чтобы это было возможно, длину фидера сначала следует взять несколько больше нужной, а затем постепенно укорачивать ее.

Антенну следует налаживать перед установкой, временно подвесив ее, по возможности, в свободном от посторонних предметов пространстве на высоте не менее 3,5 м над землей.

На частотах второго (144—146 Мгц) и третьего (420—435 Мгц) любительских диапазонов описываемая антенна неэффективна и ее применять не следует.

ШТЫРЕВАЯ АНТЕННА С НАКЛОННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

В настоящее время среди радиолюбителей широкое распространение получила штыревая антенна с наклонными элементами (рис. 31). Излучающей частью являет-

ся металлический штырь, а согласующей — три-четыре провода, расположенные наклонно к горизонту. К штырю припаивают центральную жилу кабеля, а к наклонным проводам — его оплетку. Длина штыря должна быть немного менее $\frac{1}{4}\lambda$ и составлять $0,95 \cdot \frac{1}{4}\lambda_{\text{ср}}$. Она может изменяться в зависимости от того, какая длина волны выбрана в качестве средней. Так как наибольшее число станций работает на участке диапазона от 28,2 до 28,7 Мгц, то за среднюю можно принять частоту 28,5 Мгц. Применительно к этой частоте длина штыря должна быть равна 2,5 м, длина наклонных проводов — 2,65 м. Минимальное число наклонных элементов — три.

Штырь изготовляют из хорошо проводящего материала: алюминия, дюралюминия, меди, латуни. Качество материала, идущего на изготовление наклонных элементов («противовеса»), значения не имеет. Наклонные элементы можно выполнить из осветительного шнура, одножильного провода любой марки и любого, но не слишком малого сечения в изоляции или без нее.

Конструкция антенны проста, материала на нее идет мало и практически ее легко согласовать с фидером разных волновых сопротивлений — от 50 до 75 ом (кабели РК-1, РК-3, РК-19 и др.). Антенны следует настраивать путем изменения угла наклона проводов противовеса. При этом нужно исходить из сле-

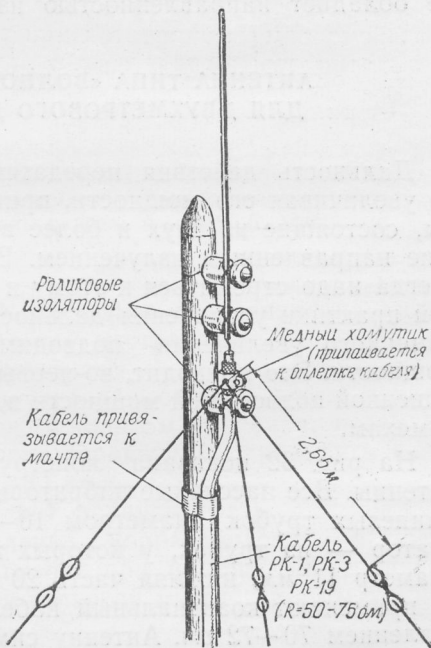


Рис. 31. Штыревая антенна с наклонными элементами (наклонные провода крепятся к хомутику пайкой)

дующей экспериментально проверенной закономерности: чем меньше угол с горизонтом, тем большую мощность отбирает антенна от передатчика. Ток выходного каскада, ток в антенне и напряженность поля, создаваемого антенной передатчика, растут по мере уменьшения угла наклона и при некотором угле достигают своих максимальных значений. При укороченных проводах противовеса антенна слабо нагружает выходной каскад передатчика. Эксперименты, проведенные на радиостанции UA-3-AR, показали, что при длине $l_1=2,6$ м анодно-экранный ток передатчика составлял 110 ма (угол наклона к горизонту 30°), а при длине $l_2=1,9$ м всего 80 ма, при этом ток в антенне упал с 0,7 до 0,4 а, а показания индикатора напряженности поля, расположенного в 20 м от антенны, уменьшились с 100 до 20 делений. На диапазоне 144—146 Мгц применять штыревую антенну не следует, так как она не обладает направленностью излучения.

АНТЕННА ТИПА «ВОЛНОВОЙ КАНАЛ» ДЛЯ ДВУХМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

Дальность действия передатчика можно повысить, не увеличивая его мощности, применяя сложные антенны, состоящие из двух и более вибраторов и обладающие направленным излучением. В любительской связи всегда надо стремиться к этому и отказываться от вредной практики увеличения дальности действия путем непомерного увеличения подводимой к выходной лампе мощности. Это приводит, во-первых, к превышению разрешенной подводимой мощности и, во-вторых, к большим помехам.

На рис. 32 показана конструкция пятиэлементной антенны. Все пассивные вибраторы изготовляют из алюминиевых трубок диаметром 10—12 мм, активный вибратор — из трубок, у которых верхняя часть имеет диаметр 11 мм, нижняя часть 20 мм. В качестве фидера применяют коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 70—72 ом. Антенну симметрируют и согласуют при помощи четвертьволнового короткозамкнутого шлейфа. Применить здесь обычно U-колени нельзя, так как оно не только симметрирует входное устройство, но

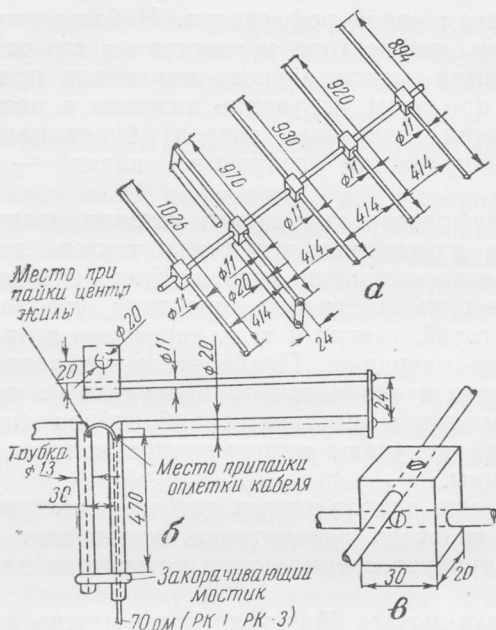


Рис. 32. Пятиэлементная антенна на диапазон 144 Мгц:
 а — размеры и конструкция; б — симметрирующее устройство и подключение кабеля; в — способ крепления вибраторов

одновременно уменьшает входное сопротивление антенны в четыре раза. Антенну настраивают поочередным изменением длин вибраторов.

Такая антенна излучает радиоволны узким пучком, обладает большим коэффициентом усиления, позволяет при небольшой мощности передатчика проводить связи на расстояниях до 70—80 км.

При установке следует предусмотреть возможность ее поворота в направлении корреспондента, осуществляемого в условиях города при помощи электродвигателя с редуктором, а в сельской местности — механическим приводом.

Контроль за эффективностью излучения ведут по индикатору напряженности поля. Его помещают на расстоянии около 20 м сначала со стороны активного ви-

братора, затем сзади рефлектора. Небольшими изменениями длины рефлектора и расстояния его от вибратора добиваются максимального показания прибора индикатора, при этом излучение антенны в направлении от рефлектора (излучение вперед) будет наибольшим, а в противоположном (излучение назад) — наименьшим.

Затем рефлектор отключают, устанавливают первый директор и изменением его длины также добиваются максимального излучения вперед. Когда это достигнуто, следует, не снимая первого директора, установить поочередно второй, третий и т. д. директора и проделать с ними ту же операцию. После этого рефлектор ставят на свое место и окончательно поочередным небольшим изменением длины пассивных вибраторов (начиная с рефлектора) получают максимальное излучение вперед всей антенны.

Применение направленных антенн резко увеличивает дальность действия передатчика, уменьшает действие помех, но требует специального устройства для их вращения.

Установка мачты. Мачту антенны можно сделать из дерева или собрать из водопроводных труб. Надо стремиться к тому, чтобы антенна была поднята возможно выше. От высоты антенны зависит «дальнобойность» станции. Если антенна невысокая, окружена домами, деревьями или какими-либо сооружениями, то электромагнитные волны будут отражаться с сильным поглощением. При высокой антенне поглощение ослабляется, радиоволны можно принять на большем расстоянии.

Высота антенны должна быть не менее 20 м. Если школьное здание многоэтажное, то мачту следует устанавливать на крыше школы в таком месте, чтобы длина снижения (фидера) была наименьшей. В деревне или поселке придется ставить мачту на земле или на дереве. В последнем случае, чтобы не было раскачивания, нельзя крепить мачту близко к верхушке дерева. Для обеспечения нужной устойчивости надо применять не менее трех-четырёх ярусов оттяжек.

Прежде чем установить антенну, ее следует испытать. Для этого ее подключают к зажимам передатчика и относят на такое расстояние, чтобы фидер был более или менее прямым. Затем при включенном передатчике

касаются цоколем маломощной осветительной лампы конца штыря. При мощности передатчика 30—40 вт в антенне нить лампы должна слегка накалиться.

ПОМЕЩЕНИЕ ДЛЯ РАДИОСТАНЦИИ

Для размещения аппаратуры радиостанции необходимо иметь отдельное помещение — небольшую комнату, желательно расположенную на верхнем этаже школьного здания. При таком расположении комнаты длина кабеля, необходимого для изготовления фидера, будет минимальной.

Если комната расположена в нижнем этаже или не имеет наружной стены, то в качестве фидера необходимо применить только коаксиальный кабель, так как даже при большой длине коаксиального фидера потери в нем будут незначительными. Очень часто школа не имеет свободного, подходящего для размещения радиостанции помещения. В этом случае можно использовать часть комнаты, занятой под радиоузел. Нужно только поставить перегородку и предусмотреть, чтобы двери запирались на замок. Когда станция не работает, помещение должно быть заперто; при длительном бездействии станции (например, в период летних каникул) дверь опечатывают.

РАБОТА ОПЕРАТОРОВ НА ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩЕЙ КОЛЛЕКТИВНОЙ РАДИОСТАНЦИИ

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОПЕРАТОРАМ

Радиостанция в школе является центром, вокруг которого организуется радиолюбительская работа школьников. Радиостанция активизирует работу всех радиотехнических кружков, создает в работе кружковцев целенаправленность, вызывает желание лучше и глубже усвоить основы общей радиотехники и техники УКВ, без которых в дальнейшем кружковец не может стать оператором. У учащихся-кружковцев резко повышается уровень конструкторской работы, так как каждый из них ясно себе представляет, что операторская деятельность на станции связана с необходимостью участвовать в непрерывном совершенствовании приемо-передающей аппаратуры и создании новой.

Учащийся, прошедший серьезную подготовку на школьной станции, получивший прочные навыки по конструированию приемо-передающей аппаратуры, освоивший технику связи на высокочастотных диапазонах (144 и 420 Мгц), становится затем умелым и дисциплинированным радиолюбителем.

Наконец станция в школе приобщает учащихся к проведению наблюдений за распространением радиоволн метровых диапазонов (28 и 144 Мгц) и дециметрового (420 Мгц).

Для того чтобы работа учащихся на коллективной станции шла успешно, к ним должны быть предъявлены следующие требования.

Непосредственную работу на радиостанции по установлению связей с другими любительскими станциями можно доверить только лучшим кружковцам, самым организованным, дисциплинированным, имеющим хорошую успеваемость не только по основам радиотехники, изучаемым в кружке, но и по всем учебным предметам.

Операторы должны работать систематически, строго по расписанию.

Чем больше времени в сутки станция будет работать, тем больше вероятности осуществления связей с другими радиостанциями. Поэтому руководитель кружка — начальник радиостанции должен составить твердый график работы дежурных операторов. Желательно, чтобы в графике были предусмотрены часы по связям со школьными станциями, общие со всеми любительскими станциями данного населенного пункта (в вечернее время).

Полезно также с некоторыми другими станциями вести связи по расписанию.

Операторы должны помнить, что выполнение намеченного графика работы станции является для них обязательным, независимо от того, есть ли в эфире работающие станции или их нет. Только при таком условии они смогут выработать в себе чувство ответственности за порученное дело.

Если корреспондент для связи отсутствует, операторы должны передавать технический текст — сведения о данной станции.

Надо помнить, что многие школьники — будущие укависты нуждаются в передачах на УКВ для настройки своих самодельных приемников.

Операторы обязаны вести аппаратный журнал. Такой журнал является официальным документом, проверяемым Государственной радиоинспекцией. В него записывают все без исключения случаи работы станции независимо от того, была ли установлена связь с другой станцией или нет.

В журнале следует также отмечать любое другое включение передатчика: для пробы, проверки мощности

излучения, настройки и т. д. Запись ведут по следующей форме:

Порядковый номер связи	Позывной вызванной радиостанции	Содержание переданного текста	Время по МСК		Содержание принятого текста	Отметка об отправлении и получении карточки-квитанции	Подпись оператора
			начало	конец			
1	2	3	4		5	6	7

В графе 1 ставят номер лишь в том случае, когда проведена двусторонняя связь. Во всех других случаях работы передатчика эту графу не заполняют.

В графе 3 записывают RSM, переданное корреспонденту. Сюда же заносят все важные сообщения, которые передают операторы по указанию начальника радиостанции.

В графу 5 заносят RSM, принятое от корреспондента, и те сообщения, которые нужно передать начальнику радиостанции или какому-либо оператору. В графе 6 необходимо проставлять дату отправки QSL (карточки-квитанции). Начальник радиостанции должен систематически контролировать операторов в их работе по своевременной отправке карточек-квитанций. Если оператор посылает карточки своим корреспондентам несвоевременно или не делает этого совсем, то его необходимо строго наказать за проявленную недисциплинированность. Если замечания, сделанные начальником радиостанции, не приводят к желательным результатам, то такого оператора следует отстранить от работы на определенный срок.

Неаккуратное и неполное ведение аппаратного журнала является грубым нарушением трудовой дисциплины оператором, невыполнением обязательной инструкции, утвержденной Министерством связи СССР. Поэтому

му любую работу на радиостанции надо проводить в присутствии и под наблюдением начальника станции.

Каждый оператор должен твердо помнить, что во время работы категорически запрещается передавать не подлежащие передаче по радио сведения; применять шифры или условные коды и произвольные сокращения (кроме радиолюбительского кода); пользоваться неприسوенным позывным; работать без передачи позывного в начале и в конце связи не менее трех раз, а при длительных связях через каждые 15 минут; работать вне любительских диапазонов или в неприسوенном диапазоне; работать на повышенной против указанной в разрешении мощности передатчика; вступать в связь с радиостанциями, работающими без позывных.

Особое внимание команд операторов нужно обратить на строгое соблюдение правил радиообмена. Эти правила следующие:

1. Прежде чем включить передатчик, необходимо проверить, какие частоты уже заняты работающими станциями. Эта проверка должна длиться около минуты. Такой сравнительно большой промежуток времени нужен для того, чтобы можно было зафиксировать работу всех станций, которые работали в момент проверки и которые затем отвечали своим корреспондентам. Если этого не сделать и включить передатчик на любой частоте, то будут созданы сильнейшие помехи уже работающей станции, частота которой совпала с частотой включенного передатчика или оказалась близка к ней.

2. Прежде чем войти в связь с корреспондентами, необходимо прослушать работу своего передатчика, проверить качество собственной работы. Если этого не сделать, то при неисправности, например, модулятора в эфир пойдет искаженная передача.

3. Не следует давать чрезмерно длительные общие вызовы или долго вызывать какую-либо станцию.

Несоблюдение этого требования приводит к тому, что корреспондент устает ждать окончания вызова и не вступает в связь.

4. Нельзя вызывать для связи радиостанцию, которая уже ведет связь с другой станцией или вызывает какого-либо иного корреспондента. В этом случае оператор не может вступить в связь и создает сильные помехи другим станциям.

5. Нельзя без необходимости и произвольно изменять частоту генерируемых передатчиком колебаний, так как этим будут созданы помехи другим станциям и тем самым затруднена их работа.

6. Не следует давать общий вызов на частоте, на которой в месте приема много помех. Корреспондент будет отвечать на одной частоте и, естественно, не будет принят на этой частоте из-за помех. Поэтому оператор должен всегда давать вызов на частоте, где нет помех, и слушать корреспондента на этой же частоте, тогда вызов будет принят. И только после того, как станция не будет обнаружена на частоте вызова, следует попытаться принять станцию на соседних частотах диапазона.

Работа станции на одной частоте с корреспондентом разгружает эфир, облегчает поиск корреспондента, делает связь уверенной и быстрой. Такой прием работы особенно важен при связях с дальними и сверхдальними станциями.

7. Не следует давать многократные вызовы корреспонденту на одной и той же частоте. Если ответа нет, то, вероятно, мешают помехи на месте приема. В этом случае надо немного изменить частоту, на которой производился вызов (на 3—5 кгц), и повторить вызов.

8. Не рекомендуется отвечать слишком продолжительно. За этот сравнительно длинный промежуток времени прохождение УКВ ухудшится (имеются в виду связи на больших расстояниях) и связь окажется незаконченной. Прежде всего необходимо обменяться RSM и уже затем передать другие, более длительные по времени сообщения. Если RSM приняты и подтверждены, то связь считается состоявшейся, несмотря на то, что она может быть и незаконченной.

9. Нельзя продолжать работу на прежней частоте, если до этого в предыдущей связи оператор сам настраивался на частоту корреспондента, желая установить с ним связь. Если этого не принять во внимание, то вызовы для следующей связи будут даны почти одновременно и на одной и той же частоте и вызовы обеих радиостанций не будут приняты другими корреспондентами из-за взаимных помех. Чтобы этого не случилось, надо одной радиостанции изменить рабочую частоту;

ее меняет та станция, которая второй заняла эту частоту.

10. Не разрешается работать телефоном на участке диапазона 28,0—28,2 Мгц. Эти частоты используются лишь для телеграфной работы.

11. Не следует для проведения местных связей занимать участки диапазона, на которых в данное время ведется связь с дальними станциями.

На каждой действующей приемо-передающей радиостанции постоянно должны находиться следующие документы:

- акт соответствия радиостанции основным техническим требованиям;
- разрешение на эксплуатацию радиостанции;
- аппаратный журнал установленной формы;
- расписание дежурств операторов;
- правила по технике безопасности и противопожарной охране.

УЧАСТИЕ ОПЕРАТОРОВ В СОРЕВНОВАНИЯХ

В радиолобительском спорте, как и в любых других видах спорта, систематически проводятся соревнования, в ходе которых наряду с другими решаются и следующие задачи: широкая пропаганда радиолобительского спорта среди школьников; активизация работы школьных радиостанций; установление новых всесоюзных достижений в области радиосвязи и радиоприема на ультракоротких волнах; сдача нормативов Единой спортивно-технической классификации радиолобителей ДОСААФ.

С 1962 года радиолобительский спорт включен во Всесоюзную федерацию спорта. За достижения в области связи на УКВ Федерация присваивает спортивные звания: «Спортсмен третьего разряда», «Спортсмен второго разряда», «Спортсмен первого разряда» и «Мастер спорта СССР».

С 1958 года в условия соревнований включена «Охота на лис». В этой интересной радиоигре побеждает тот, кто первый обнаружит скрытно расположенный

передатчик; передатчик устанавливают вне крупного населенного пункта на сильно пересеченной местности и тщательно маскируют. В течение всего времени соревнований передающая станция, пользующаяся антенной с круговой диаграммой излучения, посылает какие-либо четкие сигналы продолжительностью 1—2 минуты, разделенные паузой в 3—5 минут.

Участники соревнований располагаются на линии старта, находящейся на расстоянии 4—8 км от передатчика. Направление на передатчик («лису») не объявляют. Соревнующиеся («охотники») должны в кратчайший срок обнаружить «лису». Для этого они пользуются переносными приемниками и сложными антеннами, обладающими направленным действием. Если антенну направить на передатчик, то сигнал в приемнике будет наиболее громким. Этим и должны руководствоваться «охотники» в поисках «лисы».

В этих соревнованиях побеждает тот, кто отлично умеет работать на УКВ аппаратуре и обладает большой физической выносливостью. «Охотникам» приходится преодолевать водные рубежи, глубокие овраги, болота и все это в темпе быстрого бега.

Нормы разрядов можно выполнять также и во время соревнований «Полевой день». Участником полевых соревнований может быть только тот, кто будет работать в полевых условиях. Не разрешается питать радиостанцию от электрических сетей; питание должно быть автономным. Это — основное условие для участия в таких соревнованиях.

Все участники выезжают из крупных населенных пунктов, выбирают самые возвышенные места и на них устанавливают антенны. Нередко радиолюбители для этой цели выезжают в горы и на их вершинах располагают свои радиостанции. Большая высота антенн способствует установлению связей на расстояниях до 300 км. Так, например, радиостанция г. Сочи (УА-6-КАК) в «Полевом дне» 1958 года проводила уверенные двусторонние связи с г. Батуми (270 км). Антенны этих станций были расположены на высоте 700 м (г. Сочи) и 1300 м (г. Батуми).

Для питания радиостанции следует применять аккумуляторные батареи, преобразователи напряжения и даже мотор-генераторы. Антенну ставят на открытой

местности, операторы на несколько дней переходят на лагерный образ жизни.

В радиосоревнованиях могут участвовать команды школьных любительских ультракоротковолновых радиостанций и наблюдатели, а также любительские радиостанции домов и дворцов пионеров и станций юных техников.

Команда состоит из трех операторов в возрасте не моложе 12 лет и не старше 18 лет. Количество наблюдателей, выставляемых школами, не ограничивается.

Остальные коллективные и индивидуальные ультракоротковолновые любительские радиостанции могут участвовать в соревнованиях вне конкурса. Участники соревнуются в установлении максимального количества двусторонних радиотелефонных связей или наблюдений. Во время соревнований участники обмениваются контрольными номерами, состоящими из RS и порядкового номера связи.

Во время соревнований не разрешается одновременно работать несколькими передатчиками под одним позывным на различных диапазонах; работать повышенной мощностью против разрешенной; работать при качестве модуляции ниже M-4.

Кроме соревнований на УКВ, Центральный комитет ДОСААФ проводит ежегодно телефонные соревнования на коротких волнах. В этих соревнованиях принимают участие все коллективные КВ радиостанции и индивидуальные радиостанции первой категории. Только этим станциям разрешено работать телефоном. Принимать можно на специальные коротковолновые приемники, обладающие высокой чувствительностью и острой настройкой, и на обычные радиовещательные приемники, имеющие коротковолновый диапазон. Любительским КВ станциям разрешено работать на частотах: 3,5 Мгц ($\lambda = 86$ м), 7 Мгц ($\lambda = 45$ м), 14 Мгц ($\lambda = 21,5$ м), 21 Мгц ($\lambda = 14,3$ м).

В телефонных коротковолновых соревнованиях могут участвовать в качестве наблюдателей не только кружковцы-укависты, но и все учащиеся с 6-го по 11-й класс, имеющие у себя дома радиовещательные приемники. Число участников от школы (имеются в виду школы в крупных городах) может быть доведено до 80—100 человек.

В период соревнований к работе на передающей станции допускаются лучшие операторы, имеющие наибольший практический опыт. Начальник станции заранее составляет из этих операторов команду для соревнований, согласует ее состав с председателем первичной организации ДОСААФ и директором школы.

Чтобы соревнования прошли успешно, необходимо тщательно подготовиться к ним. Нужно наладить (настроить) уже имеющуюся радиоаппаратуру и изготовить недостающую новую; организационно оформить группу учащихся для участия в соревнованиях в качестве наблюдателей (ведущих наблюдение за работой передающих станций и фиксирующих эти наблюдения); наладить уже имеющиеся приемники или приставки к приемникам и изготовить новые, стремясь к тому, чтобы на двух наблюдателей приходился один приемник или приставка; организовать тренировочные занятия для операторов и наблюдателей; составить строгий график работы всех участников соревнований.

Подготовительная работа носит массовый характер, увлекает всех кружковцев и радиолюбителей школы.

Большое значение в подготовительной к соревнованиям работе имеет правильная организация занятий с большим коллективом кружковцев, желающих принять участие в соревнованиях в качестве наблюдателей. Работа наблюдателей важна тем, что она развивает навыки быстрой фиксации работы радиостанций, способствует выработке оперативности, требует от наблюдателя предельного и, главное, длительного внимания. Напряженная работа наблюдателя в течение 6—12 часов является прекрасной тренировкой волевых качеств ученика, необходимых ему в его учебной, а затем и трудовой деятельности.

ПОДГОТОВКА ОПЕРАТОРОВ

Руководителю радиокружка — начальнику радиостанции необходимо помнить, что внеклассная работа в школе всегда должна носить массовый характер. Массовость работы на радиостанции — важная педагогическая задача, которую должен решить преподаватель физики, возглавивший радиолюбительство в школе. Надо решительно бороться против того, чтобы на

радиостанции работал один наиболее активный и квалифицированный оператор, который «все знает», «все умеет». На станции можно иметь до двадцати операторов из учащихся разных классов (с 8-го по 11-й класс).

По инструкции Министерства связи заместителей начальника радиостанции может быть не более двух, а команд операторов — от трех до пяти, в каждой команде — по три учащихся.

В каждой команде должен быть обязательно один опытный оператор, двое других могут быть его помощниками. Начальник радиостанции назначает заместителей из числа наиболее хорошо подготовленных операторов. Это назначение рассматривается как важное общественное поручение, как выражение высокого доверия коллектива данным учащимся.

Кандидатуры на должность заместителей нужно обсудить на совместном заседании комитета комсомола и школьного комитета ДОСААФ, затем их должен утвердить директор школы. И уже потом эти кандидатуры представляют в местный радиоклуб ДОСААФ для дальнейшего утверждения в инспекции электросвязи.

Пройдя через такую строгую проверку, эти учащиеся поймут, какая серьезная ответственность возлагается на них коллективом школы. Требовательность к операторам воспитывает в них чувство общественного долга, делает их самыми дисциплинированными учащимися в школе.

При массовости участия в работе на станции операторы должны быть технически и теоретически хорошо подготовлены. В эту подготовку входят следующие разделы:

— занятия в течение года в радиотехническом кружке общего типа;

— занятия в течение полугода в кружке ультракоротких волн;

— работа некоторое время на коллективной станции под руководством начальника станции.

Помощниками операторов могут быть учащиеся 7-х классов, которые затем пройдут обучение в указанных выше кружках. После практики помощников операторов под наблюдением начальника радиостанции (последний должен проверить их знания по аппаратуре радиостанции и правилам радиообмена) распределяют по

командам и они могут приступить к самостоятельной работе на радиостанции в качестве операторов. Учащиеся-операторы должны прекрасно знать правила ведения связей и выполнять их.

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА НА КОЛЛЕКТИВНОЙ РАДИОСТАНЦИИ

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УКВ

Для экспериментальной работы радиолюбителям, работающим на УКВ, отведены три диапазона частот: 28,0—29,7 Мгц, 144—146 Мгц и 420—435 Мгц (10,5 м — 2 м — 0,7 м). Волны от 10 до 1 м объединяют в одну группу и называют, как известно, ультракороткими волнами (УКВ). Волны, соответствующие диапазону 28—30 Мгц, по своим свойствам мало отличаются от волн дециметрового диапазона и поэтому их условно можно отнести в группу УКВ.

Общность свойств УКВ, характеризующих их распространение, заключается в следующем. Во-первых, энергия этих волн сильно поглощается поверхностным слоем земли, причем с повышением частоты величина поглощенной энергии возрастает; во-вторых, распространение этих волн находится в существенной зависимости от состояния тропосферы (верхних слоев атмосферы), распределения в ней влажности, температуры и давления; в-третьих, УКВ испытывают отражение от ионосферы лишь тогда, когда концентрация свободных электронов в ней достаточно велика, что бывает лишь в зимнее время (слой F_2) в годы максимума солнечных пятен (рис. 33). Хотя волны, предоставленные в распоряжение радиолюбителей, можно объединить в одну группу, но все же они различаются по распространению в тропосфере и ионосфере. Чем выше частота электромагнитного излучения, тем требуется большая концентрация электронов в ионосферном слое для того, чтобы наблюдалось явление отражения. Высокая концентрация электронов в ионосфере — явление чрезвычайно редкое. Поэтому можно считать, что волны диапазонов 144 и 420 Мгц практически от ионосферы не отражаются, а свободно проходят сквозь нее.

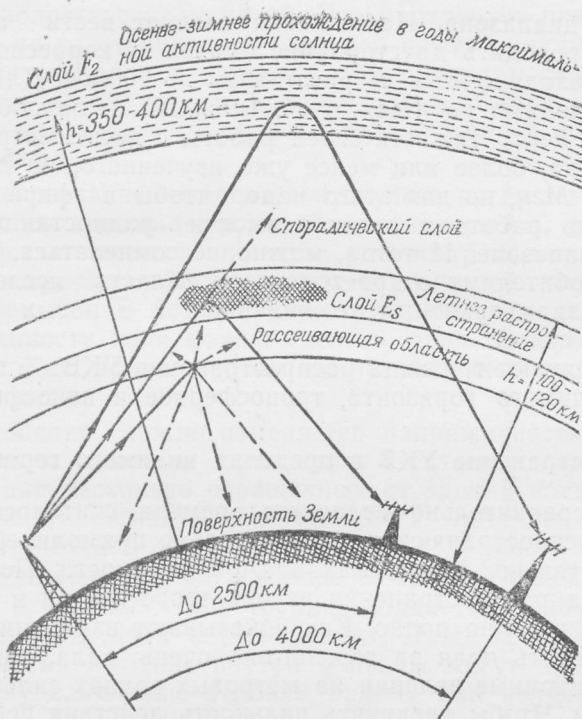


Рис. 33. Схема распространения УКВ

Несмотря на то что волны диапазонов 144 и 420 Мгц не испытывают отражения от ионосферы, дальняя связь на них возможна благодаря отражению от слоя тропосферы, обладающего иной плотностью, чем окружающие слои. Более того, условия для дальнего распространения волн двухметрового и семидесятисантиметрового диапазонов в атмосфере создаются значительно чаще, чем для волн десятиметрового. Эти условия появляются в летнее время в хорошую жаркую безоблачную или малооблачную установившуюся погоду. До сих пор радиолюбители вели наблюдения за дальним распространением волн в диапазонах 38—40 и 28—29,7 Мгц. Теперь же перед ними стоит новая и еще более интересная задача — начать массовые наблюдения за летним дальним распространением волн, главным образом двухмет-

рового диапазона. Наблюдения следует вести активные — проводить двусторонние связи с корреспондентами, находящимися на расстоянии до 600 км. Для этого необходимо добиться, чтобы каждый радиолюбитель перенес центр тяжести своей работы с десятиметрового диапазона, более или менее уже изученного, на диапазон 144 Мгц, но для этого надо, чтобы в эфире одновременно работали сотни и тысячи радиостанций на этом диапазоне. И тогда, можно не сомневаться, перед радиолюбителями откроется новая область исследования, полная приятных неожиданностей и новых интересных связей.

Различают три вида распространения УКВ: в пределах видимого горизонта, тропосферное и ионосферное.

Распространение УКВ в пределах видимого горизонта

До сравнительно недавнего времени считалось, что УКВ распространяются исключительно прямолинейно и, следовательно, в пределах прямой видимости. Поэтому этот вид распространения изучен теоретически и практически довольно полно. Как показывают измерения, напряженность поля за горизонтом очень мала, так как дифракционные явления на метровых волнах сильно ослаблены. Чтобы увеличить дальность действия передатчиков, необходимо поднимать антенны как можно выше над землей. Теоретически это расстояние составляет 50—60 км. Но даже на таком малом расстоянии распространение волн осложнено отражением их от поверхности земли и результирующее поле в точке приема непрерывно изменяется.

Практика работы радиолюбителей и прием передач телевизионных центров показали, что уверенный прием сигналов на УКВ возможен на больших расстояниях, чем это следует из теоретических расчетов. Оказывается, что коэффициент преломления атмосферы изменяется с увеличением высоты. Это приводит к некоторому искривлению путей радиоволн и к увеличению расстояния связи (явление рефракции).

Благодаря различному нагреванию отдельных слоев тропосферы и ветру преломляющие свойства среды непрерывно изменяются, что приводит к колебаниям напряженности поля в месте приема в зависимости от

метеорологических условий. Это и отличает прием сигналов на расстояниях за границей прямой видимости от приема сигналов в пределах прямой видимости. В последнем случае напряженность поля остается постоянной и не зависит от времени года, суток и состояния атмосферы.

Все сказанное относится к случаю, когда земная поверхность принимается за абсолютно ровную, гладкую. В действительности на пути распространения радиоволн встречается много всяких неровностей: холмы, леса, строения. В этом случае суждение о реальной напряженности поля можно сделать, лишь измерив ее на месте. Как правило, поле за препятствием сильно ослабляется.

Особенно сложно изменяется напряженность поля в городских условиях. Здесь почти всегда в точку приема приходят несколько отраженных от зданий волн. Можно принять сигналы от движущихся объектов — трамвая, автобуса и т. д. В этом случае условия приема будут изменяться во времени из-за перемещения объектов отражения. Еще труднее поддается расчету напряженность поля в помещениях. Даже небольшие перемещения антенны внутри комнаты могут привести к резкому изменению условий приема или излучения.

Тропосферное распространение УКВ

Долгое время существовавшее представление в радиотехнике о том, что УКВ пригодны лишь для связи в пределах видимости, было опровергнуто многочисленными наблюдениями любителей телевидения и УКВ. Отдельные радиолюбители принимали телевизионные программы телецентров Западной Европы. Прием оказывался возможным на расстояниях 600—1 000 км. В результате исследований было установлено, что распространение УКВ на большие расстояния (до 1 000 км) возможно в силу определенных явлений, протекающих в тропосфере: возникновение атмосферного волновода, отражение от слоистых неоднородностей тропосферы, рассеивание на неоднородностях тропосферы. Известно, что коэффициент преломления (а следовательно, и диэлектрическая проницаемость) атмосфер-

ного воздуха не равен единице, а немного больше. Известно также, что он не является постоянным, а зависит от влажности, давления и температуры воздуха. Но, кроме того, коэффициент преломления (n) зависит от высоты: с увеличением высоты n стремится к единице. Эта зависимость не является линейной. Таким образом, нижние слои атмосферы (примерно до 10 км) являются для электромагнитных волн неоднородной средой. Поэтому в тропосфере возможно многократное преломление радиоволн, что приводит к искривлению траектории радиоволн, увеличению дальности действия передатчика.

В пределах тропосферы коэффициент преломления воздуха изменяется нелинейно. Он может изменяться по-разному: сначала убывать с высотой, затем возрастать, затем вновь убывать. Иногда, начиная с небольшой высоты, коэффициент преломления все время уменьшается. Так как параметры атмосферы изменяются в зависимости от времени года, суток и метеорологических условий, то изменения коэффициента преломления зависят от времени года, суток и состояния погоды.

Следовательно, и условия распространения УКВ в зоне за пределами прямой видимости зависят от этих факторов. Если коэффициент преломления убывает с высотой (положительная рефракция), то в этом случае связь возможна далеко за пределами горизонта (от 600 до 1000 км). Но бывает, что показатель преломления с высотой не уменьшается, а увеличивается (отрицательная рефракция), в этом случае связь за пределами горизонта в зоне дифракции невозможна.

Положительная рефракция, при которой возможны дальние связи, чаще всего наблюдается в летнее время в антициклонную погоду, в первой половине дня и под вечер, при наступающем охлаждении почвы. Антициклонная погода обычно характеризует сухое лето с длительно установившейся жаркой и тихой погодой. Как показала экспериментальная радиолюбительская работа, проводившаяся в 1956—1960 годах, наиболее частые и интенсивные прохождения сигналов в диапазоне от 28 до 56 Мгц наблюдаются в течение второй половины июня (точнее, с 10—12 июня), первой половины июля и в период с 20—22 июля по 8—10 августа.

Возможность наиболее вероятного дальнего прохож-

дения УКВ определяется характером погоды летнего периода и может быть в связи с этим в какой-то мере предсказана по метеорологическим прогнозам. В плохое лето, в течение большей части которого господствуют циклоны, приносящие с собой дожди, низкую температуру и сильный ветер, число случаев дальнего прохождения резко сокращается, но дальнейшее прохождение, обусловленное атмосферной реакцией, все равно будет наблюдаться.

Интересны случаи дальнего распространения радиоволн в летний период при наличии положительной рефракции, когда происходит многократное отражение волн от земной поверхности. В этом случае дальность радиосвязи может достигать 1 000—1 500 км.

Иногда при соответствующем изменении коэффициента преломления воздуха с высотой в тропосфере образуется слой, способный отражать падающие на него радиоволны. Тогда распространение волны можно представить себе как последовательное и многократное отражение ее от стенок атмосферного волновода.

Если приемная антенна окажется нужной высоты, то в данном случае прием возможен на большем расстоянии от передатчика. Если антенна низкая, то прием будет слабый даже на сравнительно небольшом расстоянии или совсем не наблюдается. Атмосферные волноводы, а также искривление траектории волны, вызванное рефракцией, не могут существовать длительное время: из-за непрерывного перемешивания слоев воздуха, изменения температуры, давления и влажности они быстро разрушаются и вновь возникают, но уже в другом месте. Поэтому дальняя радиосвязь в летнее время длится непродолжительное время: от нескольких минут до одного-двух часов (реже 3—4 часа).

В некоторых случаях прием за линией горизонта (на расстояниях до 300 км) происходит благодаря отражению от слоистых неоднородностей тропосферы. Неоднородность вызывается тем, что коэффициент преломления воздуха претерпевает резкий скачок, имеющий место при появлении фронта холодного воздуха. Однако этот слой появляется очень редко, прием характеризуется глубокими замираниями, возникающими из-за того, что в точку приема приходит несколько волн с различной раз-

ностью фаз, причем эта разность фаз непрерывно изменяется, так как меняется высота отражающего слоя и изменяется его структура.

Ионосферное распространение УКВ

Ионосферное распространение может обеспечить самую дальнюю связь на УКВ — до 10 000 км. А ведь считалось, что ультракороткие волны свободно проходят сквозь ионосферный слой и уходят в космическое пространство. Возможность дальнего и сверхдальнего распространения метровых волн обуславливают следующие явления: повышение электронной концентрации в слое F_2 в годы максимума солнечных пятен; появление спорадического слоя E_s ; рассеяние волн на неоднородностях ионосферы.

Отражение метровых волн от слоя F_2 происходит в годы максимума солнечной деятельности и только в осенне-зимнее время, когда концентрация свободных электронов в этом слое сильно увеличивается. Зона молчания равна 2 000—2 500 км. Прием возможен на расстояниях до 3 000—4 000 км. Это расстояние, как видно из рис. 33, зависит от высоты слоя F_2 , которая изменяется во времени.

Связь возможна и на расстояниях вдвое больших (до 7 000 км), если имеет место распространение волны, отраженной от земной поверхности. И действительно, в 1956 году наши радиолюбители (гг. Смоленска, Енакиева и др.) осуществили рекордную для того времени связь с советским теплоходом «Кооперация», который проходил у западного берега Африки вблизи островов Зеленого мыса, направляясь к мужественным советским людям, находящимся в Антарктиде, в поселке Мирный. В настоящее время многие радиолюбители, в том числе и московские, держат связь с Хабаровском и Владивостоком.

Наблюдения радиолюбителей за сверхдальним приемом представляют не только спортивный, но и научный интерес. Они помогут выяснить, насколько часто в различных широтах наблюдается такой прием и каковы его особенности.

Отражение от спорадического слоя E_s становится возможным, когда концентрация электронов в нем до-

стигнет необходимой величины. Обычно этот слой не занимает большой области, кроме того, он находится в непрерывном движении. Прием возможен, когда слой окажется посредине пути между передатчиком и приемником. При этом, по мере перемещения слоя, сначала будут слышны одни станции, затем станции другого населенного пункта. Продолжительность приема бывает разной: чаще всего станция слышна всего несколько минут, реже один-два часа.

При попадании волны на слой E_s большая часть ее энергии проходит сквозь слой, а меньшая часть отражается. Но все же отраженный сигнал бывает достаточно сильным, если передающая станция обладает достаточной мощностью (2—3 квт). Поэтому при исследовании условий приема волн, отраженных от спорадического слоя, наблюдения надо вести за телевизионными сигналами телецентров. Наблюдения проводятся главным образом в летнее время, так как только летом создаются благоприятные условия для образования этого слоя.

Явление рассеивания на неоднородностях ионосферы позволяет установить уверенную радиосвязь на волнах метрового диапазона независимо от времени суток и года на расстояниях от 1 000 до 2 300 км. Этот вид рассеивания подобен рассеиванию от неоднородностей в тропосфере. И здесь некоторая область ионосферы вследствие неоднородности по концентрации электронов под действием облучения ее радиоволнами становится источником вторичного излучения.

Наконец возможен прием сигналов, отраженных от метеорных слоев и полярных сияний. Радиолюбители СССР и США уже провели первые такие опыты и получили интересные результаты.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН В ЗОНЕ ПРЯМОЙ ВИДИМОСТИ

Прием УКВ в зоне прямой видимости не подвержен влиянию погоды и не зависит от времени суток и года, но очень сильно зависит от характера местности.

В 1953—1955 годах учащимися 59-й московской школы были проведены опыты по наблюдению за слышимостью школьной радиостанции (УАЗКСС) на различных расстояниях от Москвы и в разных условиях.

Прежде всего необходимо было выяснить, как на напряженность поля в месте приема влияют лесные массивы. Было совершено несколько загородных поездок с переносной приемной радиоаппаратурой.

Первая поездка была совершена в район станции Катуар по Киевской железной дороге. Было установлено, что прием любительской станции в условиях лесистой местности возможен, но со значительным ослаблением сигнала, если антенна устанавливается непосредственно на дереве и если высота вибратора оказывается ниже верхушек деревьев.

В 1954 году члены кружка совершили поездку в район станции Апрелевка (40 км от Москвы). Удалось принять работу нашей и других любительских станций в поезде и не только во время стоянок, но и на ходу электропоезда.

Станция работала на очень высокой частоте (86 МГц), и возможность приема волн, соответствующих такой высокой частоте ($\lambda = 3,5$ м), в металлическом корпусе вагона была сомнительной.

Наблюдения показали ошибочность предположения: прием оказался устойчивым, и, более того, сигналы принимались при антенне, находившейся полностью внутри вагона, несмотря на то, что корпус вагона сильно экранировал приемную установку. В пути удалось зафиксировать прием до расстояния в 17 км.

При второй поездке нужно было также проверить эффективность действия вращающейся многовибраторной антенны типа «волновой канал».

Антенная установка на станции позволяла вести передачу при определенном ее положении и непрерывном медленном вращении. Испытания по приему проводились в лесу с суррогатной антенной типа «наклонный луч». Результаты оказались очень хорошими. Когда передающая антенна точно поворачивалась своими директорами на приемную станцию, то фиксировался уверенный прием с громкостью до восьми баллов. При отклонении антенны на 20° и более прием полностью прекращался.

Таким образом была подтверждена целесообразность применения в любительской практике направленных антенн. Прием производился на суррогатную антен-

ну и при этом громкость была большой, несмотря на то, что расстояние между передающим и приемными пунктами было 40 км. Расстояние, на котором возможна любительская связь с использованием маломощных передатчиков, можно удвоить, утроить, если применить с обеих сторон остронаправленные антенны.

В 1955 году, в третью поездку за город, проверили, одинаковы ли условия приема вблизи линии передачи электрической энергии и вдали от нее. Наблюдения показали, что на расстоянии 50 км от Москвы прием на суррогатную антенну вдали от линии не был зафиксирован, тогда как вблизи линии удалось принять станцию. Очевидно, что система провода — рельсы играет в некоторой степени роль волновода, внутри которого происходит распространение электромагнитной энергии с меньшими потерями, чем вне этой системы.

Эти и другие подобные исследования, проведенные радиолюбителями, позволяют сделать некоторые выводы относительно содержания наблюдений и методики их проведения.

Можно рекомендовать:

1. Исследовать условия распространения УКВ внутри помещения (прежде всего внутри школьного), выяснить, как на связь будут влиять толстые стены, железобетонные блоки и т. д., провести наблюдения за приемом отраженной от стен волны.

2. Исследовать условия для связи внутри города с применением комнатных антенн — ненаправленных и направленных. В результате длительного экспериментирования создать наиболее эффективную УКВ аппаратуру для связи в пределах города и поселка. Подобные конструкции можно применять в народном хозяйстве.

3. Исследовать условия для связи на сравнительно больших расстояниях в зависимости от характера местности: на ровном месте, на холмистой местности, вблизи лесных массивов, в лесу, вблизи водоемов и т. д. Исследовать наивыгоднейший тип антенн для связи передвижной станции со стационарной, определить наибольшее расстояние, при котором еще возможна связь. Это можно использовать при организации радиосвязи в туристическом походе по области.

Для проведения таких исследований нужна определенная аппаратура. Так как к настоящему времени экспериментальная любительская работа проводится в основном на трех диапазонах — 28,0—29,7 *Мгц*, 144—146 *Мгц*, 420—435 *Мгц*, то желательно иметь аппаратуру, рассчитанную для работы на этих частотах. Причем надо учесть, что многие радиолюбители работают на диапазоне 28,0—29,7 *Мгц*, очень немногие — на 144—146 *Мгц* и почти совсем не работают на 420—435 *Мгц*. Было бы хорошо, если бы руководитель кружка — преподаватель физики или электротехники перенес исследовательскую работу на диапазоны 144 и 420 *Мгц*.

Наблюдения проводят в осенний и летний периоды: в течение сентября, октября и июня. В осенний период наблюдения ведут в течение одного выходного дня, а в летний в течение более длительного времени. Полезно эту работу организовать во время походов (радиопход); для учащихся такой поход будет очень интересным и увлекательным.

Подготовка к радионаблюдениям

Руководитель кружка вместе с учащимися готовит необходимую аппаратуру. Затем ее упаковывают. Каждую упаковку нужно рассчитать на физическую силу учащегося. Очень важно так упаковать аппаратуру, чтобы в случае необходимости можно было (при кратковременных остановках) очень быстро привести ее в рабочее состояние.

На специальном совещании радиокружковцев и пионерской организации разрабатывают план и маршрут туристического похода по области. Другие участники похода будут иметь свои задания, свою цель — изучение родного края. Следует заранее, пользуясь картой области, предусмотреть пункты для остановок и наблюдений. Начинают наблюдения с близкого расстояния, чтобы быть уверенными в приеме станции. Затем расстояния увеличивают.

В соответствии с этим и надо осуществить необходимый выбор пунктов наблюдения.

Главное в подготовительной работе — обеспечить длительную работу школьной радиостанции. Для этого необходимо оставить на радиостанции заместителя на-

чальника радиостанции (из учащихся) и несколько операторов. Число операторов зависит от продолжительности похода. Всегда нужно стремиться к тому, чтобы передатчик работал наибольшее количество часов. Это даст возможность наблюдателям провести больше наблюдений за слышимостью передатчика в разных условиях приема. На весь период похода начальник радиостанции (преподаватель) составляет строгий график дежурств; заместитель начальника обязан обеспечить точное выполнение графика. На станции должны быть точные часы, с ними необходимо сверить наиболее верные часы какого-либо участника похода. Тогда наблюдателям будет известно начало работы станции после каждого перерыва.

В настоящее время магнитофон в школах не редкость. На время проведения наблюдений его следует использовать на станции для облегчения труда операторов.

Операторы в основном читают какой-либо радиотехнический текст; материал для чтения перед микрофоном следует отобрать заранее, утвердить. Передачу другого текста, помимо разрешенного, следует категорически запретить. При наличии магнитофона часть текста можно заранее записать на ленту. Наблюдатели берут с собой журнал для записи результатов наблюдений.

ПРОВЕДЕНИЕ НАБЛЮДЕНИЙ

Передатчик школьной радиостанции включают одновременно с отъездом наблюдателей. Наблюдения за слышимостью станции начинают с посадки в поезд и проводят до тех пор, пока станция слышна. После прекращения приема в поезде необходимо сделать остановку, применить ту же антенну и проверить, будет ли слышна станция вне поезда. При этом выясняют, как велико экранирующее действие корпуса вагона.

Далее на различных расстояниях и в разной по характеру местности проводят исследование слышимости станции. Результаты наблюдений тут же заносят в журнал. Затем, не меняя места расположения приемника, исследуют слышимость при приеме на различные по конструкции и высоте подвеса антенны. Качество приема оценивают по общепринятой системе RSM.

Данные, полученные таким образом, дадут полную картину слышимости школьной радиостанции, позволят определить зону уверенного приема на суррогатные и низкоподвешенные антенны, послужат исходными в составлении карты слышимости данной станции.

На самой школьной радиостанции в это время операторы также проводят эксперименты: работают на антенны разных типов — штыревую (вертикальную), одноэлементную (горизонтальную), многоэлементную вращающуюся; меняют глубину модуляции, изменяют подводимую мощность к оконечному каскаду; сообщают обо всем этом наблюдателям с точным пояснением того, что делают, и с указанием точного времени.

После сопоставления записей операторов и наблюдателей устанавливают, какой тип антенны обеспечивает наибольшую дальность действия передатчика, при какой подводимой мощности получается максимальная громкость. Эти выводы используют затем для установления наивыгоднейшего режима работы школьной станции.

Наблюдения за тропосферным распространением радиоволн

Тропосферное распространение радиоволн обусловлено изменением коэффициента преломления атмосферного воздуха. Характер изменения коэффициента преломления зависит от времени года, суток и метеорологических условий.

Тропосферное прохождение радиоволн чаще всего наблюдается летом. Поэтому наблюдения, относящиеся к этому виду распространения, следует проводить в период летних каникул и лучше всего за городом.

Таким образом, учащиеся — члены радиокружка, выезжающие летом на дачу, получают возможность с пользой для себя и школы провести летний отдых, сочетая его с наблюдениями за распространением радиоволн.

Наблюдатели систематически в определенное время (утром и вечером) слушают на ультракоротковолновый приемник и фиксируют случаи приема любительских станций, работающих на частотах 28—29,7 Мгц и 144—

146 Мгц, и телевизионных советских и зарубежных станций, записывают время приема, продолжительность прохождения станций каждого пункта, качество приема по шкале РСМ.

Совсем недавно ЦК ДОСААФ СССР принял решение, которое дает право учащимся 16-летнего возраста получать разрешение на открытие собственных индивидуальных приемо-передающих станций. Владельцы таких радиостанций во время проведения радиосвязей уточняют место нахождения корреспондента, выясняют, какая погода в пункте расположения корреспондента.

Одновременно радиолюбителям необходимо вести метеорологические наблюдения: ежедневно в одно и то же время дня записывать показания термометра, психрометра и барометра. Каждому наблюдателю, таким образом, нужно оборудовать у себя дома небольшую метеорологическую станцию. Он должен уметь пользоваться барометром или, что лучше, барографом и прибором для измерения влажности воздуха. Тропосферное прохождение радиоволн зависит от температуры, давления и влажности (точнее, от их градиентов). Поэтому кружковцы и должны тщательно следить за этими параметрами.

Наблюдения не требуют каких-либо методических указаний. Указания относятся только к оформлению наблюдений.

Подобные наблюдения были проведены автором в течение июля—августа 1956 года и июля 1958 года. Наблюдения проводились в Истринском районе Московской области. Результаты за 10 дней июля сведены в таблицу (см. приложение 4).

Правильные выводы, устанавливающие зависимость между вероятностью тропосферного прохождения радиоволн и изменением температуры, влажности, давления, возможны только при обработке большого числа наблюдений.

Преподавателю физики — руководителю наблюдений совместно с кружковцами и на основе своих двухмесячных наблюдений следует попытаться самостоятельно найти некоторую, хотя бы и не очень строгую связь между прохождением дальних станций и параметрами погоды. При этом надо исходить из следующего:

тропосферное прохождение наиболее вероятно тогда, когда в атмосфере возникают резкие перепады, в первую очередь влажности воздуха, температуры и давления. Если, например, некоторое время стояла теплая погода с приблизительно одной и той же дневной температурой, а затем наступило резкое похолодание и оно успело распространиться на значительную область, то следует ожидать появления хорошего прохождения дальних станций.

Такой случай был 10 июля 1956 года, когда наступившее похолодание (с 27° 6 июля до 17° 11 июля) распространилось на юг. Вечером (с 20.00 до 21.30) станции юга «шли» с оглушительной громкостью.

По результатам наблюдений необходимо составить (на одном чертеже) графики изменения давления, влажности, температуры и отметить дни, в которые наблюдалось прохождение. Для примера такие графики для июля 1956 года приведены на рис. 34. Из графиков следует, что кривые температуры и давления по форме изменения довольно хорошо совпадают и, что может быть отмечено как закономерность, прохождение чаще всего наблюдалось в дни более резкого изменения P , B и t° , чем в дни более плавного изменения этих величин.

Так, например, отличному тропосферному прохождению радиоволн с 1 по 4 июля сопутствовало резкое изменение температуры (с 20 до 27°) и давления (с 756 до 761 мм). С 7 июля по 10 июля наблюдался резкий спад давления (до 744 мм 8 июля) и резкое понижение температуры (до 13° 8 июля). И в эти дни вновь было зафиксировано прохождение дальних станций.

Очевидно, в эти дни в атмосфере создавались благоприятные условия для образования атмосферных волноводов. Конечно, наш анализ не является строго правильным. Чтобы сделать более или менее правильные выводы, необходимо знать состояние погоды по всей радиотрассе, а измерения температуры, влажности, давления производить на различных высотах. Но даже и такие наблюдения и их анализ имеют некоторую познавательную ценность.

Опасаться перегрузки учащихся не приходится, так как вся наблюдательская работа проводится ими в период летнего отдыха.

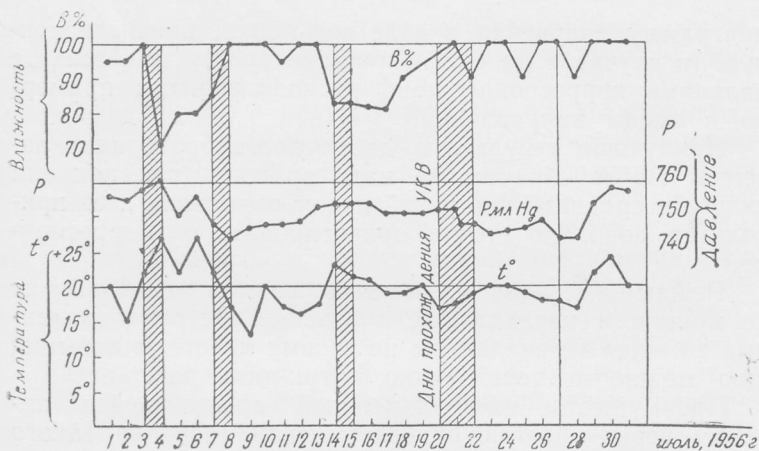


Рис. 34. Графики температуры, давления, влажности атмосферного воздуха

Наблюдения за ионосферным распространением радиоволн

Ионосферное распространение ультракоротких волн происходит вследствие отражения от постоянного слоя F_2 в осенне-зимний период и из-за отражения от временно существующего спорадического слоя E_s , который образуется в летний период. Возможен также постоянный прием волн, рассеянных на неоднородностях ионосферы.

Осенне-зимнее дальнее распространение радиоволн характеризуется самой наибольшей устойчивостью из всех видов дальнего распространения. Поэтому наблюдать за этим видом распространения нетрудно.

Период наблюдения приходится на время школьных учебных занятий. Наблюдения проводят в часы работы операторов на школьной радиостанции.

Работу ведут на той же аппаратуре, на которой операторы проводят обычные связи. На школьной станции нужно иметь две антенны: вертикальную, дающую круговую диаграмму направленности излучения в горизонтальной плоскости, предназначенную для связей с местными корреспондентами, и горизонтальную, дающую

диаграмму излучения в виде восьмерки, предназначенную (в случае если она невращающаяся) для связи с дальними корреспондентами, расположенными примерно в одном направлении.

Наилучшие результаты дает многовибраторная антенна. Но ее обязательно надо вращать, так как она излучает сравнительно узкий пучок радиоволн и ее приходится довольно точно ориентировать на корреспондента.

Решающая роль в дальних связях принадлежит не мощности передатчика, а антенне. Остронаправленные антенны эквивалентны по своему действию повышенной мощности передатчика в три-пять раз.

Преимущество многоэлементной вращающейся антенны перед простой, одноэлементной ясно из такого примера: станция школы № 59, участвуя в очередных городских соревнованиях и работая на вертикальную антенну, провела за время прохождения дальних стаций семь связей, за то же время радиостанция УАЗАЕМ, применив пятиэлементную горизонтальную антенну, провела тридцать связей с гг. Сибири, Туркмении и Узбекистана.

Наблюдения за ионосферным распространением проводятся в двусторонних связях с дальними корреспондентами. Это очень интересная и в спортивном отношении работа. Операторы в часы своего дежурства проводят дальние связи, ведут обмен информацией с такими городами, как Новосибирск, Барнаул, Кемерово, Красноярск, Омск, Томск, Ташкент, Ашхабад, Душанбе, Фрунзе, Семипалатинск и др.

Операторы фиксируют в аппаратном журнале каждую дальнюю двустороннюю связь, отмечают особенности приема: громкость, устойчивость, разбираемость, качество модуляции.

В период ионосферного осенне-зимнего прохождения очень важно, чтобы, кроме операторов, участие в наблюдениях приняли другие члены радиокружка. Для них при школе оборудуют приемный центр на УКВ. Его можно разместить даже в препараторской физического кабинета или, что лучше, в кабинете электротехники. Для приемного центра достаточно установить два-три приемника типа А-7-А, широко распространенного в школах, повесить простейшие комнатные антенны и

снабдить каждый приемник двумя парами головных телефонов. Тогда одновременно на приеме могут работать шесть человек.

Эти учащиеся с раннего утра (с момента прихода в школу) в течение некоторого времени перемен (полностью перемены можно не занимать) слушают и записывают в специальный журнал станции, которые они слышат, характер прохождения, географические пункты корреспондентов и точное время наблюдений. Во всех наблюдениях очень важно зафиксировать точное время начала и конца прохождения сигналов любительских радиостанций данного географического пункта.

Результаты наблюдений заносят в таблицу в течение всего периода ионосферного прохождения (приблизительно сентябрь—март). Они представляют большую ценность для науки, так как прохождение УКВ вследствие отражения от слоя F_2 находится в прямой зависимости от солнечной активности, от числа пятен на Солнце.

В настоящее время солнечная активность уменьшается. Максимум был в 1957—1958 годах, следующий максимум солнечных пятен будет наблюдаться через 11 лет, т. е. в 1968—1969 годах.

Длительные многолетние наблюдения, организованные на радиостанции школы № 59 и проводившиеся с исключительной настойчивостью с 1952 по 1955 год, не обнаружили ионосферного прохождения. И этот факт как будто подтверждает теорию: в годы минимума деятельности Солнца концентрация свободных электронов в слое F_2 очень мала и волны короче 10 м проходят сквозь ионосферу без отражения.

Но в прошедший минимум солнечной активности наблюдения не носили массового характера. Теперь же работают сотни, а может быть, и тысячи любительских станций, следовательно, наблюдения могут носить массовый характер.

Возможно, что в 1952—1955 годах не было принято ни одной дальней станции не потому, что слой F_2 не отражал метровые волны, а потому, что в то время вообще не было еще дальних любительских станций — нечего было принимать.

Массовые наблюдения в период наступившего снижения активности Солнца будут иметь исключительную

ценность; они должны установить, будет ли существовать ионосферное распространение все время, а если прекратится, то через сколько лет после максимума солнечных пятен. В этой полезной для радиотехники работе должны принять участие школьники-радиолюбители. Кроме того, преподаватель физики вместе с операторами и наблюдателями на приемном школьном центре должен попытаться сделать и некоторые самостоятельные выводы, имеющие научный характер. В результате обработки материалов наблюдения следует:

— установить время начала дальнего осенне-зимнего прохождения в данном пункте (месяц, число); какие станции (пункты) появились первыми, вторыми и т. д.;

— определить конец прохождения (месяц, число); как окончилось прохождение: резко, постепенно; радиостанции каких географических пунктов перестали быть слышимыми в первую очередь, во вторую и т. д.;

— в каком месяце года наблюдалось наиболее сильное ионосферное прохождение, в каком слабое;

— какая наименьшая и наибольшая протяженность зоны молчания (определяют по карте с учетом кривизны поверхности Земли);

— в какое самое раннее время суток было обнаружено дальнейшее прохождение, в какое самое позднее время суток окончилось прохождение (отметить даты);

— число дней в месяце и в году, в течение которых наблюдалось прохождение того или иного пункта, радиолюбительского района* (по всем пунктам);

— в какое время суток наблюдалось прохождение наибольшего числа дальних станций наибольшего числа районов;

— составить графики:

а) показывающий число дней в каждом месяце, в течение которых наблюдалось общее прохождение;

б) показывающий число дней в каждом месяце, в течение которых наблюдалось прохождение данного района;

* Территория СССР распределена по номерам районов следующим образом: 1 — северо-запад, 2 — западная часть, 3 — центральная часть, 4 — Поволжье, 5 — Украина, 6 — Юг, 7 — Казахстан, 8 — Средняя Азия, 9 — Западная Сибирь и Урал, 0 — Восточная Сибирь и Дальний Восток.

— отметить характерное отличие в ионосферном прохождении одного года от другого.

Например, при сопоставлении результатов наблюдений, проведенных за два года на радиостанции УАЗКСС, можно отметить, что ионосферное прохождение 1957—1958 годов отличается от прохождения 1956—1957 годов следующими особенностями:

— ранним началом появления дальних станций (27 сентября—Ташкент, Самарканд; в 1956 году первое прохождение было зафиксировано 15 октября—Ташкент);

— более поздним окончанием прохождения (последнее прохождение отмечено 30 марта—Чита, Улан-Удэ; в 1956 году последнее прохождение было зафиксировано 10 марта—Ашхабад, Самарканд, Прокопьевск)**;

— большим числом дней прохождения;

— меньшей продолжительностью прохождения (без перерыва) каждой отдельной радиостанции.

Наблюдения за приемом радиоволн, отраженных от спорадического слоя, надо производить на телевизоры или самодельные приемники, рассчитанные на работу в телевизионных каналах советских и зарубежных телевизионных центров. Прием радиолюбительских станций при помощи отраженных от спорадического слоя волн невозможен. Это объясняется тем, что от слоя E_s отражается только незначительная часть падающей на него электромагнитной энергии, большая часть энергии проходит сквозь слой. Отраженный сигнал практически будет наблюдаться только в том случае, когда мощность передающих станций составляет 2—5 квт, мощность же любительских УКВ станций не превышает 0,2 квт.

** Сведения относятся к приему в г. Москве. Результаты наблюдений и выводы по каждому году следует записывать в специальном журнале. Они настолько важны, что их следует опубликовать в журналах «Физика в школе», «Радио».

ПРИЛОЖЕНИЕ

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ТРОПОСФЕРНЫМ РАСПРОСТРАНЕНИЕМ ВОЛН
МЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА (λ — 7.5 м) в 1956 году

Дата наблю-	Атмосфер- ные давле- ния Нд, мм	Темпера- тура воз- духа, град.	Абсолют- ная влаж- ность, %	Относи- тельная влажность, %	Ветер, направле- ние	Характер облачности, осадки	Прохождение дальних УКВ станций пункты, области, республики	время прохож- дения (МСК)
1/VII	756	20	12,7	95	Умеренный западный	Переменная обла- чность, без осадков	Отлично: Кировская обл., Башкирская АССР Удовлетворительное: г. Ереван Отсутствует	12.00; 15.00; 19; 23.00; 0.45
2/VII	755	15	12,7	95	Слабый западный	Умеренная, без осад- ков	Отлично: г. Луганск, Лисичанск	18.00; 19.30
3/VII	758	22	11,9	100	Слабый западный	Незначительная, ясно	Отлично: Ростовская область	23.00; 01.00
4/VII	761	27	21,0	71	Слабый западный	С 20.00 резкое ухудшение: сплош- ная облачность, дождь	Отсутствует	
5/VII	751	—	—	—	Слабый се- веро-восточ- ный	Значительная, с просветами, кратко- временные дожди	Отсутствует	
6/VII	756	27	—	—	Слабый восточный	Ясно	Отсутствует	
7/VII	748	22	—	—	Слабый западный	Пасмурно, кратко- временные дожди	Слабое: Башкирская АССР	18.30; 18.50

Дата наблюдения	Атмосферные давлении H_a , мм	Температура воздуха, град.	Абсолютная влажность, %	Относительная влажность, %	Ветер, направление	Характер облачности, осадки	Прохождение дальних УКВ станций пункты, области, республики	время прохождения (МСК)
8/VII	744	17	14,4	100	Слабый западный	Сплошная, пасмурно, моросящий дождь	Слабое: г. Ереван, г. Волгоград	9.00; 10.00 10.00; 11.00
9/VII	747	13	11,2	100	Сильный северный	Сплошная, облака первого яруса	Отсутствует	10.45
10/VII	748	19,5	16,4	100	Умеренный северный	С утра ясно, затем все нарастающая облачность	Хорошее: иностранные станции Исключительно сильное: все пункты юга СССР	20.00; 21.30

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	3
Часть I. Аппаратура школьной радиостанции	7
Требования к передатчику	7
Конструкция школьной радиостанции ШК-2	10
Постройка коллективной радиостанции	18
Приемники радиостанции	19
Приемники на диапазон 144—146 Мгц	22
Суперсверхрегенератор	22
Приемник прямого усиления	34
Приемник на диапазон 28,0—29,7 Мгц	35
Генераторы	49
Генератор на диапазон 144—146 Мгц	49
Генератор на диапазон 28,2—29,7 Мгц	57
Модулятор	72
Выпрямители	79
Антенны радиостанции на диапазоны 28 и 144 Мгц	83
Однофидерная антенна	83
Штыревая антенна с наклонными элементами	84
Антенна типа «волновой канал» для двухметрового диа- пазона	86
Помещение для радиостанции	89
Часть II. Работа операторов на приеме-передающей коллек- тивной радиостанции	90
Основные требования к операторам	90
Участие операторов в соревнованиях	95
Подготовка операторов	98
Исследовательская работа на коллективной радиостанции	100
Особенности распространения УКВ	100

	Стр.
Распространение УКВ в пределах видимого горизонта	102
Тропосферное распространение УКВ	104
Ионосферное распространение УКВ	106
Исследование особенностей распространения волн в зоне прямой видимости	108
Подготовка к радионаблюдениям	110
Проведение наблюдений	111
Наблюдения за тропосферным распространением ра- диоволн	112
Наблюдения за ионосферным распространением радио- волн	115
Приложение	120

Сергей Макарович Алексеев
ШКОЛЬНАЯ РАДИОСТАНЦИЯ ШК-2

Редакторы: *Е. В. Ефремова, Л. В. Троицкий*

Худож. ред. *Г. Л. Ушаков*
Тех. ред. *Ф. Я. Файншмидт*
Корректор *К. А. Мешкова*

Г-84552 Подп. к печ. 9/IV—62 г. Изд. № 2/2148
Бум. 84×108¹/₃₂ 3,875 физ. п. л. = 6,355 усл. п. л. Уч. изд. л. = 6,115
Тираж 25 000 экз. Цена 18 коп.
Издательство ДОСААФ, Москва, Б-66, Ново-Рязанская ул., д. 26

Типография Изд-ва ДОСААФ. Зак. 195

VA 175.515

Цена 18 коп.

EESTI RAHVUSRAAMATUKOGU



1 0100 00529905 8