



СПРАВОЧНИК КОРОТКОВОЛНОВИКА

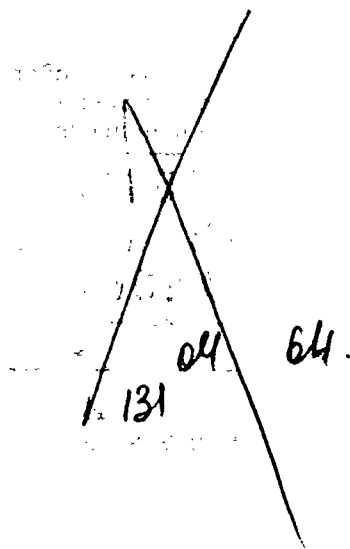
ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСАРМ * МОСКВА—1950

ВСЕСОЮЗНОЕ ДОБРОВОЛЬНОЕ ОБЩЕСТВО
СОДЕЙСТВИЯ АРМИИ

Ф. БУРДЕЙНЫЙ, Н. КАЗАНСКИЙ,
А. КАМАЛЯГИН, К. ШУЛЬГИН

СПРАВОЧНИК КОРОТКОВОЛНОВИКА

(Справочно-методическое пособие)



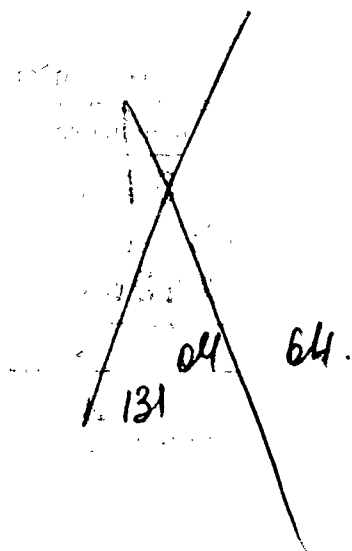
ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСАРМ ★ МОСКВА—1950

ВСЕСОЮЗНОЕ ДОБРОВОЛЬНОЕ ОБЩЕСТВО
СОДЕЙСТВИЯ АРМИИ

Ф. БУРДЕЙНЫЙ, Н. КАЗАНСКИЙ,
А. КАМАЛЯГИН, К. ШУЛЬГИН

СПРАВОЧНИК КОРОТКОВОЛНОВИКА

(Справочно-методическое пособие)



ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ ★ МОСКВА—1950

АННОТАЦИЯ

«Справочник коротковолновика» предназначен для радиолюбителей, желающих заняться короткими волнами, и для радиолюбителей-коротковолновиков всех групп, имеющих элементарные знания по электро-радиотехнике.

В справочнике рассказывается о том, какую работу ведут радиолюбители-коротковолновики, приводятся краткие сведения о распространении электромагнитных волн, рассматриваются физические явления, происходящие в схемах коротковолновых приемников и передатчиков, а также разбираются вопросы, связанные с построением схем и конструированием приемно-передающей аппаратуры и антенных устройств.

В главе для начинающих коротковолновиков даются методы изучения телеграфной азбуки и приводятся все справочные материалы, необходимые для работы коротковолновика в эфире.

Разделы справочника составлены следующими авторами: «Короткие волны и радиолюбительство» — Н. Казанским; «Как стать коротковолновиком» — Ф. Бурдейным и Н. Казанским; «Коротковолновые приемники» — К. Шульгиным; «Радиопередающие устройства» — А. Камалыгиным; «Антенны для приемно-передающих любительских коротковолновых радиостанций» — Н. Казанским.

Приложения собрали и составили Ф. Бурдейный и Н. Казанский.

Редакторы: И. Спижеский, Л. Троцкий.

Техн. редактор П. Дмитриев.

Г-31084. Сдано в производство 28/II-1950 г. Подписано к печати 12/VII 1950 г.
Бумага $70 \times 108^{1/16}$ = 6,38 бумажных — 12,75 печатных листа. Уч. 17 л.

Цена 7 руб. Заказ 167.

16-я тип. Союзполиграфпрома Главполиграфиздата при Совете Министров СССР.
Москва, Трехпрудный пер., 9.

Отпечатано в тип. МИД СССР. Зак. 2178

ВВЕДЕНИЕ

Сейчас, через 55 лет со дня изобретения радио великим русским ученым А. С. Поповым, очень трудно представить себе жизнь современного человечества без радио.

Радио—одно из самых замечательных достижений техники—не знает препятствий в расстоянии и дает возможность быстро и надежно связывать самые отдаленные друг от друга пункты страны. Оно же является единственным средством связи с движущимися объектами—кораблями, самолетами, поездами, автомобилями и т. д.

В СССР осуществлена мечта В. И. Ленина о «газете без бумаги и «расстояний», с миллионной аудиторией». Радио стало у нас величайшим средством политического и культурного воспитания трудящихся Советского Союза, строящих под руководством партии Ленина—Сталина коммунистическое общество.

Наша страна—родина радио. Не только гениальный изобретатель радио А. С. Попов, но и целая плеяда талантливых русских ученых способствовала быстрому росту радиотехники.

Советские ученые академики Л. И. Мандельштам и Н. Д. Папалекси были создателями ряда теорий о сложных электрических колебаниях и генерации. Академик А. И. Берг создал основные теории генерации, стабилизации частоты. М. А. Бонч-Бруевич является создателем оригинальнейшей теории ламповых генераторов. Группа инженеров во главе с А. Л. Минцем и И. Г. Кляцкиным разработала инженерные расчеты мощных генераторов и модуляторов. Этими же учеными, совместно с Н. И. Огановым, З. И. Моделем и рядом других инженеров были построены советские сверхмощные вещательные радиостанции.

Большой вклад советские ученые внесли в теорию передающих антенн и создали ряд конструкций антенн. Одним из создателей магнетронных генераторов—основы современной радиолокации—является советский физик А. А. Слуцкий.

Эти примеры можно продолжить. В любой области радиотехники выдающиеся работы советских ученых занимают ведущее место.

В. И. Ленин и И. В. Сталин придавали радио исключительно большое значение. С первых дней существования советской власти наше правительство, несмотря на исключительно тяжелое положение, вызванное Гражданской войной и интервенцией, создало для развития радио все необходимые условия.

Уже в июле 1918 года Совет Народных Комиссаров принимает историческое решение «О централизации радиотехнического дела». В декабре этого же года специальным решением СНК была создана «Радиолaborатория с мастерской Народного Комиссариата почт и телеграфа».

В марте 1920 года Совет Рабоче-Крестьянской обороны по предложению Ленина и Сталина принимает постановление о строительстве в Москве радиотелефонной станции с «радиусом действия в 2 000 верст».

Все эти решения, принятые советским правительством по предложению В. И. Ленина и И. В. Сталина, создали условия для быстрого развития в нашей стране радиовещания, радиофикации и радиолюбительства.

9 сентября 1924 года было опубликовано постановление Совета Народных Комиссаров СССР «О частных приемных радиостанциях». Это постановление положило начало развитию радиолюбительского движения в СССР.

Одним из первых советских коротковолновиков был Ф. А. Лбов. Совместно с В. М. Петровым он в январе 1925 года построил простейший коротковолновый любительский передатчик мощностью в 10—15 ватт, работа которого в ночь с 16 на 17 января 1925 года была услышана в Месопотамии — на расстоянии свыше трех тысяч километров от Нижнего Новгорода (ныне г. Горького).

Нижегородская радиолaborатория к тому времени уже заканчивала подготовку к проведению серии опытов по практической связи на коротких волнах. Результаты первых опытов Ф. А. Лбова заставили ускорить окончание подготовительных работ, и вскоре заработал коротковолновый передатчик Нижегородской радиолaborатории. О хорошей слышимости этого передатчика начали поступать сообщения из многих стран мира.

Таким образом, работы радиолюбителей послужили толчком к «признанию» коротких волн.

Вслед за Ф. А. Лбовым приступили к работе на коротких волнах десятки и сотни энтузиастов радиотехники.

К концу 1926 года разрозненные радиолюбители-коротковолновики были объединены Обществом Друзей радио в секциях коротких волн при местных организациях ОДР. Началась выдача позывных на приемные и передающие коротковолновые радиостанции. Первым коротковолновиком-наблюдателем в Советском Союзе был зарегистрирован ярославский радиолюбитель Т. Гаухман (РК-1). Ф. А. Лбов получил официальный позывной для своей передающей радиостанции—01-РА. Уже в конце

1927 года было проведено первое всесоюзное соревнование коротковолновиков. Во втором соревновании (декабрь того же года) приняло участие свыше 300 человек.

Уже первые годы радиолюбительства ознаменовались широким внедрением коротких волн во все отрасли народного хозяйства.

Наша страна не только родина радио, но и родина самого массового радиолюбительства. Радиотехникой у нас увлекаются десятки тысяч людей различных возрастов и специальностей.

Президент Академии Наук СССР, академик С. И. Вавилов так охарактеризовал радиолюбительство:

«Ни в одной области человеческих знаний не было такой массовой, общественно-технической самодеятельности, охватывающей людей самых различных возрастов и профессий, как в радиотехнике. Радиолюбительство—это могучее движение, которое привело к участию в радиоэкспериментах тысячи энтузиастов, посвящающих свой досуг технике.

Наше советское радиолюбительство имеет еще особенную отличительную черту: оно носило и носит в себе идею служения своей Родине, ее техническому процветанию и культурному развитию».

Развитие радиолюбительства в нашей стране идет совершенно по другому пути, нежели за рубежом. Советские радиолюбители-коротковолновики занимаются радиотехникой, ведут работу в эфире, держат дальние радиосвязи. Но это не самоцель. Все навыки, приобретаемые в процессе занятия радиотехникой и работы в эфире, являются средством роста квалификации и мастерства советского коротковолновика, которые в любой момент могут быть использованы на благо нашей социалистической Родины.

Отгремели последние залпы войны. Страна приступила к мирному строительству. И вновь тысячи юношей и девушек взялись за изучение радиотехники, отдавая свой досуг этой интереснейшей области современной техники.

7 мая 1945 года наша страна широко отмечала 50-летие со дня изобретения радио гениальным русским ученым А. С. Поповым. Эта дата—7 мая—ежегодно отмечается советским народом как День радио. В постановлении правительства указывалось:

«Учитывая важнейшую роль радио в культурной и политической жизни населения и для обороны страны, в целях популяризации достижений отечественной науки и техники в области радио и поощрения радиолюбительства среди широких слоев населения, установить 7 мая ежегодный День радио».

Большевистская партия и правительство создали советским людям все условия для претворения в жизнь передовых технических идей, для практической реализации достижений отечественной науки.

Во многих городах Советского Союза открылись радиоклубы. Организации Добровольного общества содействия Армии развернули широкую сеть радиокружков, стали инициаторами различных массовых мероприятий.

Сотни и тысячи радиолюбителей возвратились к своему любимому делу и с еще большим упорством начали изучать радиотехнику, конструировать новую аппаратуру, овладевать искусством работы в эфире.

Широко развернулась массовая радиолюбительская работа. Возобновились проведение всесоюзных заочных радиовыставок, всесоюзных соревнований коротковолновиков, конкурсов радиостов-операторов и т. д.

Повые тысячи юношей и девушек пришли в радиоклубы Досарма, чтобы овладеть новой для них областью техники—радио.

Уже в 1948 году уровень радиолюбительской работы превысил довоенный, и наши радиолюбители на выставках, в соревнованиях и конкурсах продемонстрировали исключительно высокое мастерство и отличную техническую подготовку.

Заработали в эфире тысячи радиолюбительских станций. Широко развернулась работа по овладению новыми диапазонами, по освоению современной радиотехники и созданию новой аппаратуры. Восьмая всесоюзная радиовыставка показала, что коротковолновики отлично овладевают техникой конструирования современной приемно-передающей аппаратуры.

Советское радиолюбительское движение при постоянной поддержке партии и правительства неуклонно прогрессирует.

КОРОТКИЕ ВОЛНЫ И РАДИОЛЮБИТЕЛЬСТВО

О КАКУЮ РАБОТУ ВЕДУТ КОРОТКОВОЛНОВИКИ

Деятельность советских коротковолнщиков исключительно многогранна. Они устанавливают дальние радиосвязи, наблюдают за работой любительских коротковолновых радиостанций, изучают распространение коротких и ультракоротких волн, проводят большую конструкторскую работу, неустанно совершенствуя свою аппаратуру.

Характерной особенностью советского коротковолнового радиолубительства является то, что оно способствует укреплению нашей социалистической Родины, двигает вперед радиотехнику. Каждый коротковолновик готов в любую минуту по зову партии и правительства встать на защиту своего Отечества.

Приемник, передатчик, антенну наш коротковолновик делает своими руками, поэтому он является прекрасным техником.

Активность советских коротковолнщиков в эфире, их высокое мастерство, отличная работа материальной части нагляднее всего характеризуются обменом карточками-квитанциями.

В 1940 году обмен советских коротковолнщиков составил 44 000 карточек. В середине 1946 года советские коротковолнвики вновь после Великой Отечественной войны вышли в эфир. За полгода ими было обменено 39 000 карточек. В 1947 году обмен возрос до 187 000, перекрыв цифры последних 10 предвоенных лет. Более полумиллиона карточек (591 000) составляет обмен 1948 года. В 1949 году было получено и отправлено около 800 000 карточек. Советские коротковолнвики по своей активности и мастерству занимают первое место в мире.

Интересную работу среди коротковолнщиков проводят Центральный и местные радиоклубы Досарма во время соревнований. Задача таких соревнований—воспитывать отличных радистов, умеющих оперативно, с минимальными мощностями, в условиях самых сильных взаимных помех устанавливать в определенное время радиосвязи с наибольшим числом корреспондентов. Такие соревнования воспитывают радистов, могущих работать с отличными результатами в любых условиях и умело ориентироваться во всех капризах эфира.

Успеха в соревнованиях может добиться только тот коротковолновик, который прекрасно разбирается в эфире, является хорошим оператором и имеет отлично работающую радиостанцию.

В соревнованиях передатчик и приемник работают от 8 до 24 часов непрерывно. Поэтому их конструкция должна быть такой, чтобы без ущерба вынести большую нагрузку.

Кроме соревнований, ЦК Всесоюзного Совета Досарма и его Центральный радиоклуб проводят переключки радиоклубов, эстафеты, конкурсы. Например, только две последние переключки, проведенные в марте и апреле 1949 года, прослушали несколько тысяч человек, после чего ряды коротковолнников пополнились сотнями новых энтузиастов-радиолобителей.

Переключки проводятся радиотелефоном на 20- и 40-метровых любительских диапазонах. Руководит переключками радиостанция Центрального радиоклуба УАЗКАБ. В переключках участвуют десятки радиостанций радиоклубов Досарма со всех концов Советского Союза.

Радиоклубы и организации Досарма предоставляют коротковолнникам лаборатории, мастерские, библиотеки.

Работа на коротковолновом передатчике является лучшим «радио-университетом» для любителя. Она помогает ему в совершенстве изучить радиотехнику не только в области приема, но и во многих других областях. Каждый любитель, поработавший серьезно на передатчике, обогащается теоретическими и практическими знаниями, становится хорошим радиотехником и радистом-слухачом. Коротковолнник—это высококвалифицированный любитель, овладевший радиотехникой и радиосвязью.

Успешная работа советских коротковолнников в области развития радиотехники, массовой ее пропаганды среди населения и подготовки новых кадров отмечена высокими наградами. Более 70 человек радиолобителей-коротковолнников, наряду с учеными, инженерами, работниками радиовещания, награждены знаком «Почетный радист».

Радиосвязь первого в мире социалистического государства является самой лучшей, самой четкой, самой надежной. И в этом почетную роль играют советские коротковолнники-любители.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ И ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЕ

Электромагнитные волны по свойствам их распространения подразделяются на различные диапазоны.

Очень длинные волны—более 10 000 м.

Длинные волны—10 000—1 000 м.

Средние и промежуточные волны—1 000—100 м.

Короткие волны—100—10 м.

Ультракороткие волны—10—1 м.

Дециметровые волны—1 м—10 см.

Сантиметровые волны—10—1 см.

Микроволны—короче 1 см.

Каждый из вышеуказанных диапазонов обладает своими свойствами распространения, однако необходимо отметить, что резкой границы между смежными диапазонами провести нельзя.

Радиоволны распространяются двумя путями: вдоль земной поверхности (земная волна) и в ионосфере, окружающей земной шар (пространственная волна).

Энергия, излучаемая антенной передатчика, частично поглощается землей и окружающими предметами (домами, металлическими сооружениями и т. д.), а большая часть ее расходуется на создание колебаний

в окружающем пространстве. Степень поглощения энергии электромагнитных волн земной поверхностью в значительной степени зависит как от характера местности (на море поглощение меньше, над пустынями и большими лесными пространствами—больше), так и от длины волны. Чем короче волна, тем больше поглощается ее энергия земной поверхностью.

Длинные и средние волны распространяются главным образом «земной волной», следуя за кривизной земного шара (рис. 1). Степень поглощения землей длинных и средних волн сравнительно невелика.

Короткие волны распространяются «пространственной волной».

Земная волна, излучаемая коротковолновым передатчиком, сильно поглощается землей и поэтому быстро затухает. Связь земной волной на этих диапазонах можно осуществлять только на небольших расстояниях, порядка 60—80 км.

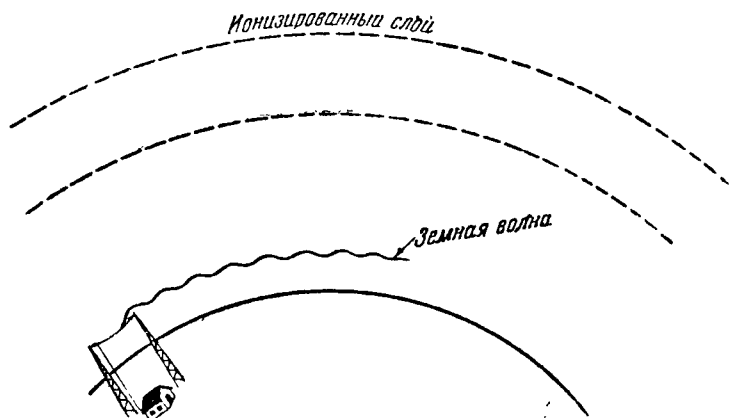


Рис. 1

Пространственная волна на своем пути в ионосфере встречает (на расстоянии 100—500 км) несколько ионизированных слоев. Электромагнитные волны отражаются от этих слоев и падают обратно на землю (рис. 2).

Пространственная волна в известных случаях может испытывать многократное отражение. Наибольшее перекрываемое расстояние для одного отражения достигает 3 500—4 000 км. В настоящее время насчитывают несколько ионизированных слоев: первый слой—слой D —находится на высоте примерно до 50—60 км, существует только днем. Он сравнительно мало изучен и оказывает влияние главным образом на распространение длинных и средних волн. Следующий слой E расположен на высоте около 100 км, а над ними размещается слой F , имеющий высоту порядка 250—300 км (рис. 3). Этот слой иногда разделяется на два слоя: F_1 на высоте порядка 200 км и F_2 —на высоте 300—400 км. Отражение волн коротковолнового диапазона происходит главным образом в этом слое.

Днем проводимость этих слоев большая, а высота над землей меньшая, чем ночью. Летом проводимость и высота над землей этих слоев меньше, чем зимой.

Пространственные волны весьма незначительно поглощаются на своем пути и на земле в месте падения создают значительную напряженность электромагнитного поля. Это свойство коротких волн и дает возможность

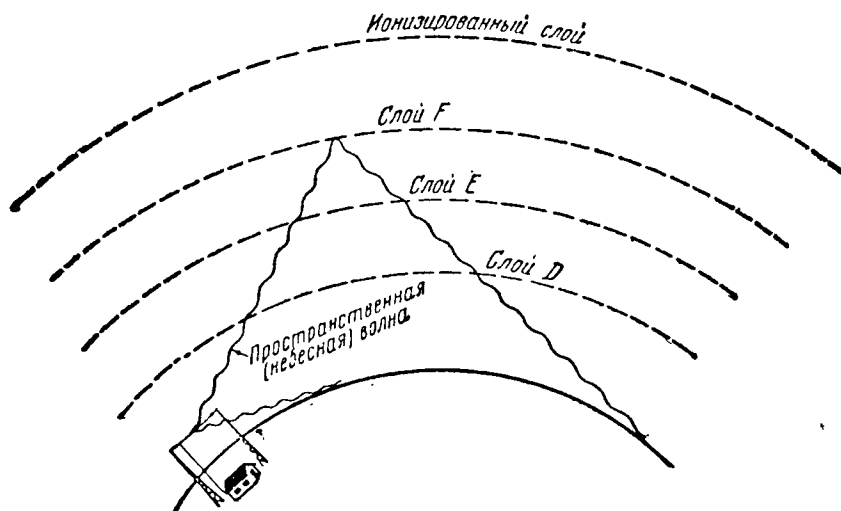


Рис. 2

при небольших мощностях связываться на значительные расстояния. Пространство между окончанием земной волны и точкой падения отраженной волны, где передача не слышна, называется мертвой зоной (рис. 4).

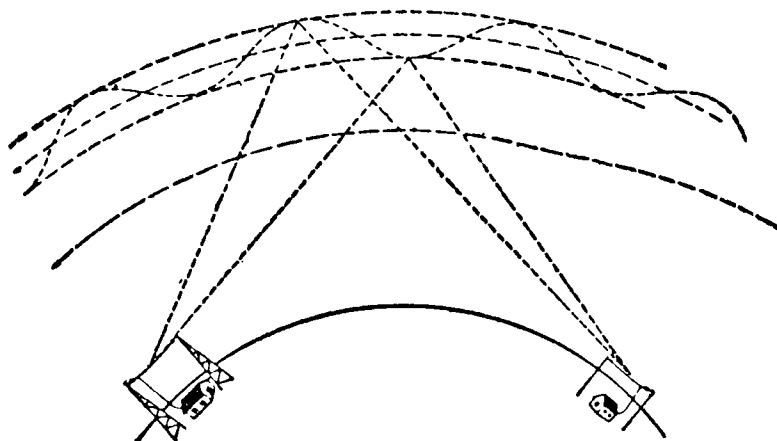


Рис. 3

Величина мертвой зоны зависит от высоты и плотности ионизирующего слоя. Высота же слоя и плотность его зависят от солнечной деятельности и меняются в зависимости от времени года и суток. Днем слой опу-

скается ниже, поглощаемость возрастает, уменьшается радиус действия радиостанции. Ночью же ионизированный слой поднимается выше, поглощаемость уменьшается и возрастает радиус действия радиостанции.

Одним из неприятных свойств коротких волн является замирание сигнала в месте его приема. Это явление происходит из-за неравномерного отражения радиоволн от ионизированного слоя. При приеме дальних радиостанций, работающих на коротких волнах, часто можно наблюдать это явление, причем иногда замирание доходит до полного пропадания сигнала. Иногда на коротких волнах наблюдается так называемое «радиозо»,

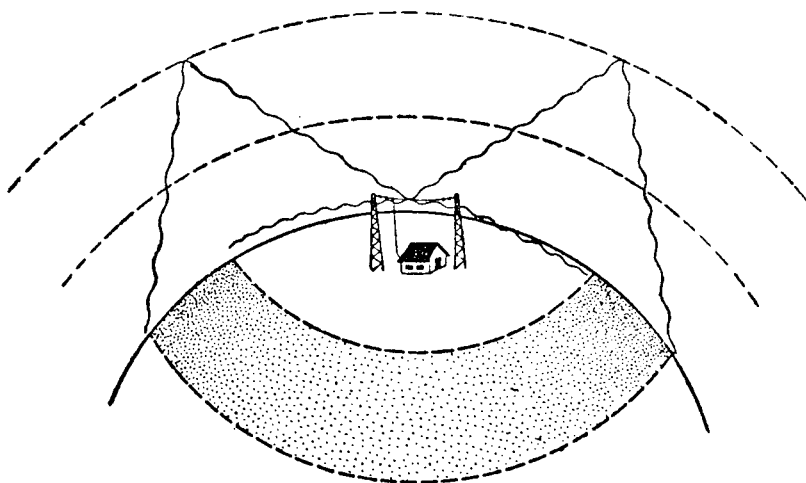


Рис. 4

когда к месту приема приходят две волны различными путями и различной силы. Складываясь, они или усилят сигнал, или сильно ослабят его (рис. 3).

На ультракоротких волнах прием обычно ведется только в пределах прямой видимости.

Однако было зафиксировано довольно много радиосвязей, установленных на волнах порядка 5 м на расстоянии до 5 000—6 000 км. Это говорит о том, что ультракоротковолновый диапазон еще недостаточно применяется радиолюбителями и в этой области открываются для них большие возможности.

В годы максимума солнечной деятельности, имеющей 11-летний период, наблюдается улучшение прохождения коротких волн. Так, в 1928 году радиолюбители отмечали значительное улучшение прохождения коротких волн порядка 20—30 м. 1939 год также был характерен устойчивыми дальними связями в пределах 10- и 20-метровых диапазонов.

За последние годы в связи с приближением года максимума солнечной деятельности весьма улучшилось прохождение на 10- и 14-метровых диапазонах. На передатчике с небольшой мощностью зимой 1948—1949 гг. можно было устанавливать надежные связи со всеми континентами.

В области коротких и ультракоротких волн радиолюбителям отведен ряд узких диапазонов, значительно отличающихся друг от друга по свойствам распространения. Диапазоны, отведенные коротковолновикам Союза ССР, приведены в таблице.

Длина волны в м	Частота в кГц	Длина волны в м	Частота в кГц
4,16—4,29	72.115—69.930	20,83—21,43	14.400—14.000
10,00—10,71	30.000—28.000	41,67—42,86	7.200—7.000
13,94—14,20	21.510—21.000	150,00—174,9	2.000—1.715

Диапазон 4,16—4,29 м (72,11—69,93 мГц) является УКВ диапазоном и рассчитан на применение радиолюбителями для связи в пределах одного населенного пункта или для передвижных радиостанций на расстоянии не свыше 40—50 км. Этот диапазон выделен любителям недавно и ими еще мало применяется. Он представляет большое поле для опытов как с приемно-передающей аппаратурой, так и с излучающими системами.

Десятиметровый диапазон (10,00—10,71 м) заполняется радиостанциями осенью (сентябрь—октябрь), хорошее прохождение продолжается до ранней весны (апрель—май). С мая по сентябрь диапазон пуст. В периоды прохождения, начиная с 9—10 часов утра (время всюду Московское), через 2—4 часа после рассвета диапазон начинает оживать.

Во время хорошего прохождения волн этого диапазона в конце 1948 и в начале 1949 гг. в Центральной Европейской части СССР первыми в эфире появились радиостанции Азии, вслед за ними были слышны любительские радиостанции Австралии и Новой Зеландии; в это время хорошо слышны и европейские радиостанции. Атмосферные помехи на этом диапазоне отсутствуют, громкость сигналов работающих радиостанций обычно достаточно велика. Как правило, в дни хорошего прохождения волн 20-метрового диапазона и 10-метровый также работает хорошо, но связи на нем установить значительно легче, чем на 20-метровом.

14-метровый диапазон, занимающий участок от 13,94 до 14,20 м, впервые отведен радиолюбителям. Даже небольшой опыт работы на этом диапазоне говорит о том, что этот диапазон чрезвычайно интересен в смысле прохождения радиоволн и установления дальних радиосвязей. На 14-метровом диапазоне можно работать в те же часы и в то же время, что и на 10-метровом диапазоне. В основном 14-метровый диапазон—дневной. Если на 10-метровом диапазоне что-либо слышно, то 14-метровый полностью живет. По окончании прохождения на 10-метровом как после наступления темноты, так и весной, на 14-метровом диапазоне слышно много станций. В августе 1947 года 10-метровый диапазон еще не давал уверенной связи, а на 14-метровом диапазоне работало много радиостанций с громкостью, доходящей до R-8.

В дни хорошего прохождения радиоволн на 14-метровом диапазоне слышны гармоника радиостанций, работающих на 40-метровом диапазоне.

20-метровый диапазон в настоящее время—«большая дорога» радиолюбителей. Здесь легко можно устанавливать радиосвязи как на расстоянии 800—1 000 км, так и до 10 000—15 000 км. Лучшими временами года для связи на этом диапазоне являются весна, лето и осень, когда дальние связи можно вести круглые сутки.

Весной, летом и осенью в утренние часы, в дни хорошего прохождения, бывают слышны станции всех континентов одновременно, что и дает возможность устанавливать с ними связь за очень короткое время. Во время третьего всесоюзного соревнования коротковолновиков Досарма москвич Ю. Прозоровский 15 мая 1949 года установил радиосвязи с шестью континентами за 25 минут, а харьковчанин М. Воробьев 24 апреля—за 47 минут.

Перед магнитными бурями, которых в течение последних трех лет было очень много, бывают дни с весьма хорошим прохождением, когда наряду со станциями, расположенными в радиусе до 3 000—4 000 км, проходят с хорошей слышимостью очень удаленные, редко слышимые станции. Для европейской части СССР—это радиостанции островов, находящихся в Южной части западного полушария, и радиостанции южных районов Южной Америки.

Волны 20-метрового диапазона имеют значительную мертвую зону, днем порядка 500—600 км, ночью же достигающую 2 000—2 500 км.

40-метровый диапазон (41,67—42,86) пригоден для установления как ближних (до нескольких десятков километров), так и дальних радиосвязей (до нескольких тысяч километров). Лучшее время для связей на этом диапазоне—сумерки в моменты захода или восхода солнца из неосвещенной зоны в сумеречную.

Летом довольно удаленные станции западного полушария хорошо слышны поздней ночью.

В дневное время зимой этот диапазон особенно удобен для внутри- и межобластной радиосвязи в пределах до 2 000 км.

Наиболее благоприятными сезонами работы на 40-метровом диапазоне являются весна и осень. Летом на этом диапазоне много атмосферных помех.

Мертвая зона 40-метрового диапазона днем невелика—порядка 100—200 км, ночью же она достигает 500 км летом и свыше 1 000—1 500 км зимой.

На этом диапазоне работает очень много советских радиолюбителей и на нем легче всего устанавливать радиосвязи как с ближайшими районами, так и со Средней Азией, Дальним Востоком.

Менее популярным диапазоном является 160-метровый «ночной» диапазон, так как установление связи на нем на более или менее значительные расстояния возможно только, когда оба корреспондента находятся в неосвещенной зоне. Днем довольно уверенная связь возможна на расстоянии до 200—300 км. Ночью, при минимальной мощности (1—5 вт), возможны связи на расстоянии до 1 000—2 000 км. Диапазон весьма сильно подвержен атмосферным помехам, особенно летом. Днем мертвая зона на этом диапазоне отсутствует, ночью же она минимальна и равна 100—150 км.

Волны этого диапазона днем сильно поглощаются нижними слоями ионосферы, почему и невозможна какая-либо дальняя связь.

Волны этого диапазона исключительно удобны для использования в радиопередвижках, где при небольших мощностях необходима уверенная радиосвязь в пределах нескольких сот километров.

В заключение следует указать, что каждая часть света имеет свою характерную особенность передачи, которая позволяет почти безошибочно определить, откуда слышно *CQ*. Так, например, *VK* и *ZL* имеют очень глубокие, частые, но весьма короткие замирания. Радиостанции Южной Африки слышны гораздо устойчивее, и их часто бывает трудно отличить от радиостанций Западной Европы. Зато безошибочно узнается западный берег Америки (*W* 6,7) по характерному дрожанию тона и по «сливанию» сигналов.

Станции Южной Америки принимаются очень хорошо; часто очень трудно отличить их работу от работы европейских станций. В противоположность сигналам *W* их звонкий «*СС*» при работе не мешает разбирать передачу. Однако эти сигналы идут обычно с глубокими замираниями.

Станции Азии по тону почти не отличаются от европейских. Их слышно достаточно громко.

КАК СТАТЬ КОРОТКОВОЛНОВИКОМ

Советские радиолюбители-коротковолновики подразделяются на две основные группы в зависимости от проводимой ими работы и радиотехнической подготовки. Первую группу составляют начинающие коротковолновики. Они ведут только наблюдения за работой любительских передающих радиостанций на своих коротковолновых приемниках или на коротковолновых приемниках коллективного пользования приемных центров радиоклубов и их филиалов. Ко второй группе относятся коротковолновики, имеющие собственные приемно-передающие радиостанции.

К этой группе относятся также коротковолновики—пачальники и заместители начальников любительских приемно-передающих радиостанций коллективного пользования, принадлежащих радиоклубам и их филиалам.

Коротковолновики второй группы в зависимости от их квалификации имеют разрешения на установку и эксплуатацию приемно-передающих радиостанций различной мощности, с правом работы только телеграфом или же телеграфом и телефоном в определенных любительских диапазонах. По этим признакам радиолюбители-коротковолновики и их радиостанции делятся на три категории.

Коротковолновикам третьей категории разрешается установка и эксплуатация радиостанций мощностью до 5 *вт* в антенне, с правом работы только телеграфом во всех любительских диапазонах за исключением 20-метрового.

Коротковолновикам второй категории разрешается увеличение мощности радиостанций до 20 *вт*, с правом работы телеграфом во всех любительских диапазонах.

Коротковолновикам первой категории (высшей) разрешается повышение мощности радиостанций до 100 *вт* с правом работы телеграфом и телефоном во всех любительских диапазонах.

Для любительских радиостанций первой категории коллективного пользования, принадлежащих радиоклубам, в отдельных случаях разрешается повышение мощности до 500 *вт*.

ЧТО ДОЛЖЕН ЗНАТЬ И УМЕТЬ КОРОТКОВОЛНОВИК

Каждый желающий стать коротковолновиком и получить личный позывной по первой группе (радионаблюдатели) должен **з н а т ь**:

1. По электротехнике. Основные сведения об электронной теории; общие сведения об электрическом токе и его свойствах, о проводниках тока и изоляторах, силе тока, сопротивлении, ЭДС, напряжении, электрическом поле, емкости и индукции. Единицы измерения силы тока, электродвижущей силы, напряжения, сопротивления и емкости. Закон Ома для постоянного тока; соединение сопротивлений; распределение тока в цепи, первый закон Кирхгофа; мощность тока и ее измерение. Общие сведения по магнетизму (магнитные явления, магнитное поле, магнитная проницаемость). Общие сведения по электромагнетизму (электромагнитные явления, действие магнитного потока на проводник с током, явление электромагнитной индукции, величина индуцированной электродвижущей силы, взаимная индукция, самоиндукция, вихревые токи).

2. По источникам тока. Основные свойства химических источников тока. Соединение химических источников тока в батареи. Устройство, назначение и электрические данные гальванических элементов и батарей, применяемых для питания приемников. Принцип действия аккумулятора; устройство и назначение кислотных и щелочных аккумуляторов. Правила эксплуатации гальванических элементов, батарей и аккумуляторов.

3. По радиотехнике. Деление волн на диапазоны. Распространение длинных, средних, промежуточных, коротких и ультракоротких радиоволн. Способы получения электрических колебаний высокой частоты; связь между частотой колебаний и длиной волны. Принцип радиоприема, принцип и способы детектирования. Как работает радиолампа в качестве детектора. Назначение гридлика. Как работает регенеративный приемник. Прием незатухающих колебаний; критическая точка (порог) регенерации. Особенности приема телеграфной и телефонной передач. Действие обратной связи, индуктивная и емкостная обратная связь. Способы регулировки обратной связи. Основные схемы усиления высокой и низкой частот; особенности усиления высокой частоты на коротких волнах. Схемы простейших коротковолновых приемников прямого усиления и супергетеродина. Питание приемников от сетей постоянного и переменного тока. Схемы и детали кенотронных выпрямителей; сглаживающие фильтры. Общие сведения о твердых выпрямителях. Устройство и правила установки приемных коротковолновых антенн. Методы градуировки приемника. Помехи радиоприему и способы борьбы с ними. Правила безопасности при работе с электрическим током.

4. По радиообмену. Диапазоны волн, отведенные для работы любительских радиостанций, и их особенности. Международные Q и любительский радиокоды. Шкалы определения качества приема— RST и RSM ; систему позывных любительских радиостанций. Порядок ведения аппаратного журнала приемной коротковолновой станции, заполнения и обмена карточками-квитанциями.

У м е т ь:

Безошибочно принимать на слух и передавать на ключе обыкновенный текст и смешанный набор букв, цифр и знаков препинания со скоростью 50 знаков в минуту. Самостоятельно собирать (по описанию) несложные коротковолновые приемники и обслуживать их. Пользоваться вольтметром, амперметром и омметром. Находить и устранять наиболее

часто встречающиеся повреждения в приемной аппаратуре. Оказывать первую помощь пострадавшему от электрического тока.

По мере приобретения опыта коротковолновой работы, а также повышения теоретических знаний и практических навыков в области радиотехники и радиосвязи, коротковолновники последовательно переводятся из низшей группы и категории в высшую.

Для перевода во вторую группу и получения разрешения на установку и эксплуатацию приемно-передающей любительской радиостанции третьей категории (мощностью 5 *вт*) коротковолновник первой группы должен привить и подтвердить карточками-квитанциями по одной телеграфной любительской станции всех советских союзных республик (не более чем за 48 часов) и дополнительно к минимуму обязательных знаний для коротковолновника первой группы з н а т ь:

1. По электротехнике. Общие сведения о переменном токе (период, частота и амплитуда, индуктивность, активное сопротивление и емкость в цепи переменного тока). Устройство и назначение трансформаторов и дросселей; единицы измерения самоиндукции.

2. По измерительным приборам. Классификацию электроизмерительных приборов (амперметров, миллиамперметров, вольтметров). Устройство магнито-электрических, электромагнитных, тепловых и термоэлектрических приборов; основные правила пользования электроизмерительными приборами.

3. По радиотехнике. Сведения об электрических колебаниях; виды замкнутых, открытых, одиночных и связанных контуров. Разряд конденсатора на катушку. Контур, его составные части и колебательный процесс в контуре. Затухающие и незатухающие колебания; собственные и навязанные колебания; период и частота колебаний и чем можно изменить частоту колебаний. Настройку контура; излучение электромагнитной энергии; образование электромагнитных волн, скорость их распространения, поглощение, рассеивание и отражение электромагнитных волн. Работу электронной лампы в качестве генератора. Основные характеристики и параметры двух- и трехэлектродных ламп. Устройство и схемы простых ламповых генераторов с самовозбуждением, их основные части и назначение. Схемы питания генераторов; разделительный конденсатор; заградительный дроссель. Основные схемы ламповых выпрямителей и сглаживающих фильтров, от чего зависит тон передатчика. Устройство и простейший расчет коротковолновых антенн. Способы настройки передатчика на заданную волну.

4. По радиообмену. Инструкцию Министерства связи Союза ССР о порядке регистрации и эксплуатации приемно-передающих любительских радиостанций. Правила ведения двусторонних любительских радиосвязей; правила ведения аппаратного журнала приемно-передающей радиостанции; правила заполнения и обмена карточками-квитанциями.

У м е т ь:

Безошибочно принимать на слух и четко передавать на ключе обыкновенный текст и смешанный набор букв, цифр и знаков препинания со скоростью не менее 60 знаков в минуту. Самостоятельно собирать (по описанию) несложные любительские телеграфные передатчики и обслуживать их. Находить и устранять наиболее часто встречающиеся повреждения в передатчиках.

Примечание. Для радиолюбителей, работающих только на ультракоротковолновых приемно-передающих радиостанциях, знание телеграфной азбуки не обязательно.

Для получения разрешения на установку и эксплуатацию приемно-передающей любительской радиостанции второй категории (мощностью 20 *вт*) коротковолновик третьей категории должен:

Установить и подтвердить карточками-квитанциями двустороннюю связь телеграфом с любительскими станциями всех советских союзных республик в кратчайший срок, но не более чем за 48 часов.

Дополнительно к минимуму обязательных знаний для коротковолновиков третьей категории **з н а т ь**:

Закон Ома для переменного тока. Виды электрических колебаний. Формулу резонансной частоты контура и ее практическое применение. Устройство экранированных ламп и пентодов, их характеристики и параметры. Основные требования, предъявляемые к передатчику. Устройство и схемы передатчиков с независимым возбуждением; отрицательные свойства передатчиков с независимым возбуждением и меры борьбы с ними. Методы манипуляции при телеграфной работе; методы стабилизации частоты передатчиков. Возбуждение любительских передающих антенн; способы связи передатчика с антенной; простейшие расчеты антенн на заданную волну.

У м е т ь:

Безошибочно принимать на слух и четко передавать на ключе обыкновенный текст и смешанный набор букв, цифр и знаков препинания со скоростью 80 знаков в минуту; разбираться в схемах приемников и многоступенчатых передатчиков; самостоятельно (по описанию) собирать любительские коротковолновые приемники и многоступенчатые телеграфные передатчики с кварцевой стабилизацией и плавным диапазоном и обслуживать их.

Для получения разрешения на установку и эксплуатацию приемно-передающей любительской радиостанции первой (высшей) категории (мощностью 100 *вт*) коротковолновик второй категории должен установить и подтвердить карточками-квитанциями двустороннюю связь с любительскими станциями 100 различных областей, краев и автономных республик Советского Союза и дополнительно к минимуму обязательных знаний для коротковолновиков второй категории **з н а т ь**:

Схемы сложных многоступенчатых передатчиков с кварцевой стабилизацией. Колебания 1-го и 2-го рода. Затухание контуров; множитель вольтажа контура. Режим мощностей лампового генератора (подводимая мощность, КПД, отдаваемая мощность). Удвоение частоты в ламповых генераторах. Меры борьбы с паразитными колебаниями. Процесс модуляции. Устройство и принцип работы различных микрофонов. Способы модуляции; глубину модуляции; модуляционную характеристику; выбор модуляторных ламп. Полосу частот, излучаемых передатчиком при телефонной работе. Направленность действия любительских антенн. Типы специальных направленных антенн, применяющихся любителями; устройство и принцип работы электромотора, динамомашины и умформера. Общие сведения об устройстве и работе двигателя внутреннего сгорания.

У м е т ь:

Сезонобчно принимать на слух и четко передавать на ключе обыкновенный текст и смешанный набор букв, цифр и знаков препинания со скоростью не менее 100 знаков в минуту. Производить расчет режимов ступеней передатчика и приемника; самостоятельно собирать телеграфно-телефонные передатчики и сложные коротковолновые приемники и обслуживать их.

Испытания коротковолновиков—определение их квалификации согласно установленным программам и выдачу соответствующих квалификационных справок—производят специальные квалификационные комиссии, утверждаемые Советами радиоклубов из наиболее квалифицированных коротковолновиков и представителей местных органов Министерства связи.

Испытания коротковолновиков второй группы, имеющих приемно-передающие любительские радиостанции второй категории, для получения ими права на установку и эксплуатацию любительских приемно-передающих радиостанций первой категории, производятся только квалификационной комиссией Центрального радиоклуба СССР по представлениям квалификационных комиссий местных радиоклубов.

КАК ИЗУЧИТЬ ТЕЛЕГРАФНУЮ АЗБУКУ

Изучение приема на слух и передачи телеграфной азбуки является делом хотя и трудным, но вполне доступным каждому. Лучше всего овладеть телеграфной азбукой, изучая ее в кружке или на курсах под руководством опытного преподавателя. Можно, объединившись с товарищем, изучить в вдвоем прием на слух сигналов телеграфной азбуки, в крайнем же случае можно это сделать и одному.

Телеграфная азбука приведена в таблице. Ряд букв русского алфавита совпадает по телеграфным знакам с аналогичными по произношению буквами латинского алфавита, например, А, Б, В, Г, Д, Е и другие. Некоторые же буквы не совпадают, как, например, Ж, Ш, Ъ и другие. Русская буква Ш соответствует двум буквам Sh. Весьма часто пулю передают сокращенно одним тире вместо пяти.

Знаки препинания полезно запомнить так. Точка—три И; запятая—три А, точка с запятой—три Н; двоеточие —ОС; карычки—два Р, скобка—два К, дробная черта—НР, но давать их нужно слитно, так как раздельная подача НР означает №, знак начала—КА или НК (слитно); знак конца—АР—К; знак полного конца—СК; повторение—два И; ждать—АС; ошибка—несколько точек.

Ни в коем случае не следует пробовать заучивать отдельные буквы. Нужно последовательно, не спеша, изучать по порядку одну группу букв за другой и обязательно фоническим или звуковым методом т. е. запомнить буквы при подаче их сигналами от зуммера или звукового генератора, что, конечно, удобнее всего делать вдвоем. Сначала один передает на ключе, а другой внимательно слушает, стараясь запомнить музыкальный образ или «мотив» каждой буквы, и записывает их на бумаге. Записывать нужно сразу буквами, но ни в коем случае не точками и тире. Далее роли обучающихся меняются. При таком методе обучающиеся будут совершенствоваться и в приеме на слух, и в работе на ключе.

Б у к в ы		Полное обозначение цифр	
А	А ---	1	1 ---
Б	В ---	2	2 ---
В	В ---	3	3 ---
Г	Г ---	4	4 ---
Д	Д ---	5	5 ---
Е	Е :	Знаки препинания	
Ж	Ж ---		
З	З ---	Точка	(.) ---
И	И ..	Запятая	(,) ---
Й	Й ---	Точка с запятой	(;) ---
Н	Н ---	Двоеточие	(:) ---
Л	Л ---	Вопросительн. знак	(?) ---
М	М ---	Восклицательн. знак	(!) ---
Н	Н ---	Тире	(-) ---
О	О ---	Апостроф	(') ---
		Скобки	(()) ---
		Кавычки	("") ---
		Дробная черта	(/) ---

Серьезное внимание нужно обратить на передачу. Никогда не следует торопиться и стараться сразу «щегольнуть» быстрой работой на ключе. Такая поспешность приводит обычно к неприятным результатам: «сбивается» рука и радист уже не может правильно, четко и ритмично передавать. Скорость передачи можно развить лишь постепенно, систематической тренировкой и практикой.

Сначала нужно передавать очень медленно, но четко. Желательно выдерживать все время определенное соотношение между продолжительностью подачи точек, тире, промежутков между ними, а также промежутков между буквами и словами. Тире должно быть в три раза продолжительнее точки, промежутки между точками и тире в букве должны быть такой же продолжительности, как и точка. Промежутки между буквами вначале делают большими, но затем стараются их свести к продолжительности одного тире. И, наконец, промежутки между словами могут быть равны пяти точкам.

Начинать следует с очень малой скорости, примерно с 10—15 знаков (букв) в минуту. Скорость подачи отдельных знаков при этом должна быть равной примерно 60 знакам в минуту, но промежутки между буквами достаточно велики. Постепенно, изо дня в день, скорость нужно медленно повышать, сокращая промежутки между отдельными буквами.

Простейшие знаки телеграфной азбуки усваиваются обычно довольно быстро и легко, но зато наиболее трудные буквы требуют долгого времени для твердого и окончательного запоминания. Самые трудные буквы, как Ф, Щ, Ы, П, З, Ю, Д, Я, часто создают еще замикки в приеме, когда все остальные буквы уже принимаются со скоростью 40—60 знаков в минуту. Не нужно этого пугаться—это вполне нормальное явление, постепенно исчезающее в процессе практики.

Среди цифр наиболее трудны и чаще всего путаются друг с другом 2 и 3, 7 и 8. Наиболее просты 5 и 0, затем 1, 9, 4 и 6. Знаки препинания обычно усваиваются сравнительно легко.

Рекомендуется не ограничиваться изучением приема азбуки при передаче на ключе с помощью зуммера. Следует также насвистывать отдельные буквы, цифры и знаки, а затем слова и фразы. Такое насвистывание способствует быстрейшему запоминанию мотивов отдельных знаков. Нужно отметить, что лица, обладающие хотя бы небольшим музыкальным слухом, легче усваивают телеграфную азбуку.

Изучая телеграфную азбуку в одиночку, нужно слушать свою собственную передачу на ключе, затем особенное внимание обратить на насвистывание и напевание сигналов. Усвоив немного азбуку, нужно пробовать принимать из эфира хотя бы отдельные буквы телеграфной передачи. В эфире можно найти медленно работающие станции. Особенно часто они встречаются в любительских диапазонах. Для индивидуального изучения телеграфной азбуки прием любительских радиостанций принесет большую пользу.

При изучении телеграфной азбуки вдвоем или в кружке, после достижения скорости приема 30 знаков в минуту, следует уже пробовать вести прием из эфира и далее проводить его систематически. Эфирный прием резко отличается от приема сигналов с зуммера или звукового генератора. Сначала прием из эфира будет труден и большинство букв принять не удастся. Даже для лиц, достигших скорости приема с зуммера или гене-

ратора в 60—70 знаков в минуту, переход на эфирный прием бывает трудным, если раньше они к нему не привыкали постепенно.

Для коротковолновика очень важно знание не только русских, но и латинских букв азбуки. Начинать изучение латинских букв рекомендуется тогда, когда уже достигнута скорость приема русского текста в 30—40 знаков в минуту. Несовпадающие по произношению буквы русского и латинского алфавитов обычно создают на первых порах значительные затруднения в приеме. К этим буквам относятся: Ж и V, Ы и Y, Ь и X и др.

Наличие двух алфавитов, вообще говоря, вносит путаницу и затрудняет прием. Долгое время при приеме русского текста рука почти произвольно пишет отдельные буквы латинского алфавита и наоборот. Лишь долгой практикой можно приучиться к четкому приему любого текста. Изучение латинского алфавита необходимо потому, что Q-код и радиолобительский код, применяемые для международной любительской связи, составлены из букв латинского алфавита.

После достижения по обоим алфавитам скорости 40 знаков в минуту рекомендуется практиковаться в приеме смешанного текста, состоящего из букв, цифр, знаков препинания и служебных знаков. Можно также вести прием смешанного текста из русских и иностранных слов. Переход с одного алфавита на другой должен сигнализироваться каким-либо знаком.

ЗВУКОВЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ

Имеется много систем генераторов звуковой частоты для изучения сигналов телеграфной азбуки. Простейшим, но и менее совершенным генератором является зуммер, или, как его еще называют, «пищик» (рис. 5, А). Любой электрический звонок, за исключением специальных звонков переменного тока, не имеющих размыкающегося контакта, может быть легко переделан в зуммер. Для этого нужно только заменить тяжелый железный якорек-вибратор с молоточком более легким вибратором, который можно сделать из пластинки трансформаторного сердечника. Такой легкий якорек сможет давать большое число колебаний в секунду, нужное для получения довольно высокого музыкального тона.

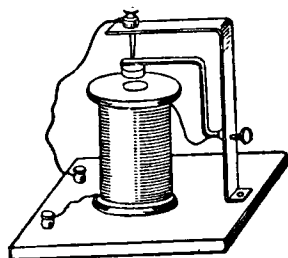
Зуммер работает от батареи напряжением в 3—4 в. Телефон (или громкоговоритель) и ключ присоединяются к зуммеру по схеме, данной на рис. 5, Б. Ключ разрывает цепь питания зуммера, а телефон включается параллельно размыкающемуся контакту. Однако зуммер неустойчив в работе, у него часто обгорает контакт и меняется регулировка, что приводит к изменению высоты тона.

Более удобным и вместе с тем простым прибором для изучения телеграфной азбуки является генератор с неоновой лампой на 120 в, изображенный на рис. 6 в двух вариантах; такой генератор требует источника тока в 80—100 в.

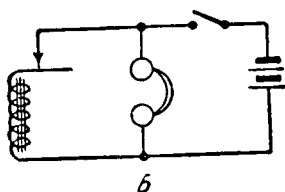
Гораздо устойчивее и лучше работают ламповые звуковые генераторы. На рис. 7 приведена схема лампового генератора, не требующего анодного питания и работающего всего лишь от четырехвольтовой батареи. Мощность этого генератора очень мала, но вполне достаточна для индивидуального обучения.

Для класса с большим числом обучающихся рекомендуется ламповый генератор, показанный на рис. 8. Этот генератор имеет простую схему и достаточную мощность. Изготовление его не представляет трудностей и не требует больших материальных затрат.

Детали генератора следующие: трансформатор Tr_1 — катушка без железного сердечника, состоящая из обмоток силового трансформатора от присмиков СИ-235, 6П-1 или другого типа;



А



Б

Рис. 5

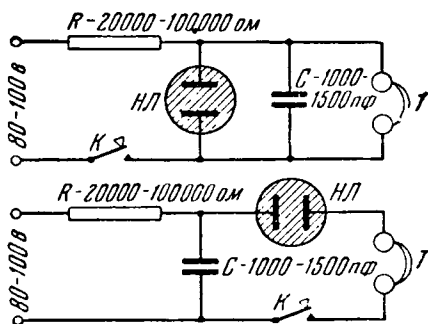


Рис. 6

L_1 — сетевые обмотки, включенные последовательно и согласованно (1680 витков из провода ПЭ 0,35);

L_2 — повышающая обмотка (2280 витков из провода ПЭ 0,21);

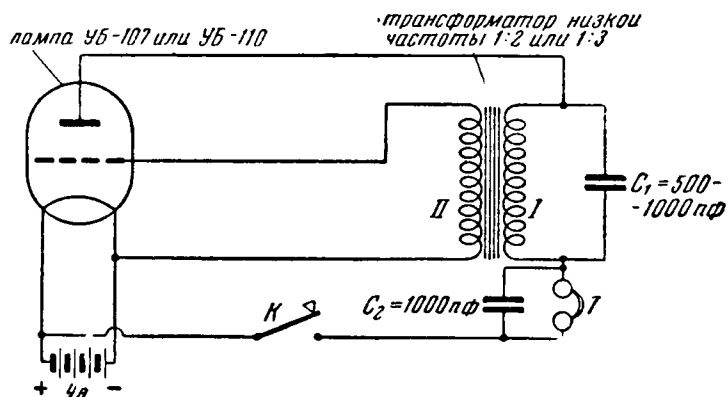


Рис. 7.

L_3 — дополнительная обмотка, размещенная на месте накальных обмоток, сделанная от руки (110 витков провода ПЭ 0,55);

L_4 — лампа типа СО-122 или другая, близкая к ней по параметрам;

L_5 — двуханодный кенотрон типа ВО-188 или 5Ц4С;

Dr — дроссель низкой частоты;

Тр₁—силовой трансформатор;

R_4 —потенциометр 35 ом для регулировки громкости (можно использовать реостат накала).

$C_3=0,1$ мкф, $C_4=0,2$ мкф, $C_5=0,3$ мкф—конденсаторы постоянной емкости, с помощью которых подбирается желаемый тон.

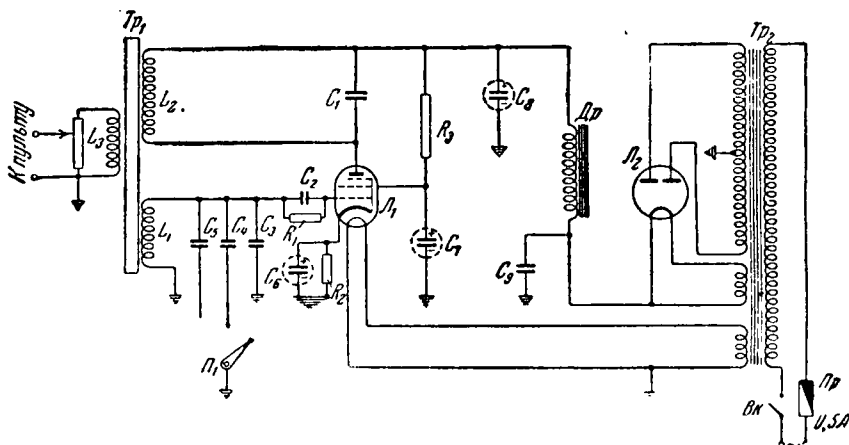


Рис. 8

П—переключатель для выбора тона;

R_1 и R_3 —сопротивления по 50 000 ом, R_2 —проволочное сопротивление 300 ом;

конденсаторы: $C_1=4$ 000 п, $C_2=15$ 000 пф, $C_6=5$ мкф, 30 в (электролитический), $C_7=5$ мкф, 400 в (электролитический), $C_8=10$ мкф, 400 в (электролитический).

В случае, если генератор после сборки не работает, нужно поменять

выводы одной из обмоток трансформатора Тр₁ (L_1 или L_2).

Для группового изучения приема телеграфной азбуки и работы на ключе рекомендуем пользоваться схемой простейшего зуммерного стола, приведенной на рис. 9.

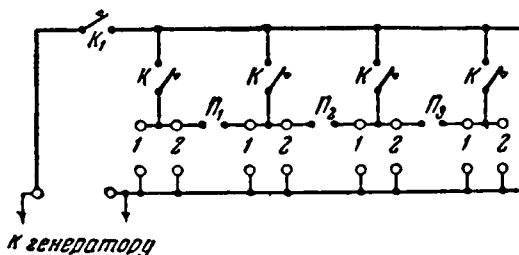


Рис. 9

работы на ключе каждого из учащихся; 3) работу всех учащихся попарно между собой, без помех другим парам.

Обозначения на схеме:

K_1 —ключ преподавателя,

K —ключи обучающихся (один на двоих).

1 и 2—гнезда для включения телефонов,

Π_1 , Π_2 , Π_3 —перемычки.

Для попарной работы групп ключ K_1 преподавателя замыкается, а перемычки Π_1 , Π_2 и т. д. остаются разомкнутыми.

Для того, чтобы один ключ мог работать на всю группу, перемычки замыкаются. Если же передает ключ K_1 , то пужно, кроме перемычек, еще замкнуть один из ключей K .

Если оборудовать специальный зуммерный стол для постоянной работы почему-либо нельзя, то приведенную на рис. 9 схему можно выполнить на отдельных планках, которые на время занятий укладываются на столы, а по окончании их снимаются.

РАДИОКОДЫ

Радиокодом называется сборник условных сокращений, применяющихся при радиообмене.

Кодовые сокращения состоят из одной или нескольких букв, заменяющих целое определение или отдельную фразу.

Все коротковолновики для любительского радиообмена применяют международные радиотелеграфный (Q -код) и радиолучительский коды, при помощи которых ведут переговоры на радиотехнические темы со своими зарубежными корреспондентами.

Все обозначения Q -кода трехбуквенные и начинаются с буквы Q , что послужило поводом для названия этого кода Q -кодом.

Каждому обозначению Q -кода соответствуют два значения—одно означает вопрос и передается со знаком вопроса, а другое—ответ или сообщение и передается без всяких знаков. Например, обозначение « $QTC?$ », переданное со знаком вопроса, означает: «Есть ли у Вас сообщения?». То же обозначение « QTC », переданное без знака вопроса, означает: «У меня есть для Вас сообщения». Иногда ответ на вопрос сопровождается добавочными уточняющими сведениями, например, на вопрос « $QRA?$ », означающий: «Какой адрес Вашей станции?», московский коротковолновик может ответить: « QRA Москва».

Пользуясь Q -кодом, необходимо внимательно следить за тем, чтобы ставить знак вопроса при вопросительной форме и не давать его при ответе на вопрос, так как от этого зависит правильный прием переданного текста.

Q -код применяется не только в радиолучительской практике, но и в профессиональной радиосвязи всех стран.

Мы приводим лишь обозначения Q -кода, нужные для любительского радиообмена. Некоторые значения Q -кода даны в радиолучительской терминологии, не совпадающей со значениями, применяющимися в профессиональной радиосвязи, где, например, « $QRA?$ » означает не «Какой адрес Вашей станции?», а «Как называется Ваша станция?».

Q -код не имеет достаточного запаса обозначений, необходимых для ведения переговоров по всем вопросам экспериментальной и научно-исследовательской работы, проводимой любителями в области радиосвязи. Поэтому коротковолновики выработали свой специальный международный радиолучительский код, состоящий из буквенных и цифровых обозначений, дополняющих Q -код и значительно расширяющих содержание радиопереговоров между коротковолновиками.

Q-код

Обозначение	Что означает	
	С вопросительным знаком	Без вопросительного знака
*QRA	Какой адрес Вашей станции?	Адрес моей станции
QRB	Каково приблизительно расстояние между нами?	Нахожусь на расстоянии . . . км от Вас.
QRG	Какова длина (частота) моей волны?	Длина (частота) Вашей волны
*QRH	Меняется ли длина (частота) моей волны?	Длина (частота) Вашей волны меняется.
*QRI	Постоянен ли тон моей передачи?	Тон Вашей передачи меняется.
*QRJ	Не слабы ли мои сигналы?	Ваши сигналы слабы, прием затруднен.
QRK	Какова разборчивость моих сигналов?	Разборчивость Ваших сигналов . . . (от 1 до 5).
*QRL	Заняты ли Вы?	Я занят. Прошу не мешать.
*QRM	Мешают ли приему другие станции?	Приему мешают другие станции.
*QRN	Мешают ли Вам атмосферные разряды?	Мне мешают атмосферные разряды.
*QRO	Увеличить ли мощность?	Увеличьте мощность.
*QRP	Уменьшить ли мощность?	Уменьшите мощность.
*QRQ	Передавать ли быстрее?	Передавайте быстрее (. . . знаков или слов в минуту).
*QRS	Передавать ли медленнее?	Передавайте медленнее (. . . знаков или слов в минуту).
*QRT	Прекратить ли передачу?	Прекратите передачу.
*QRU	Имеете ли Вы что-либо для меня?	Для Вас ничего нет.
QRV	Готовы ли Вы к приему?	Я готов.
QRW	Сообщить ли . . . , что Вы его вызываете?	Прошу сообщить . . . , что я вызываю его.
QRX	Ждать ли мне? Когда возобновим связь?	Ждите, связь возобновим в . . . часов (или позже).
QRY	Какова моя очередь?	Ваша очередь
*QRZ	Кто меня вызывает?	Вас вызывает
*QSA	Какова сила моих сигналов?	Сила Ваших сигналов . . . (от 1 до 5).
QSB	Меняется ли сила моих сигналов?	Сила Ваших сигналов меняется.
*QSD	Каково качество моей передачи?	Работа на ключе плоха.
*QSL	Дадите ли Вы мне подтверждение (квитанцию) в приеме?	Прием подтверждаю (квитанцию пришлю).
QSO	Имеете ли Вы связь с ?	Я имею прямую связь с . . .
QSP	Можете ли Вы передать ?	Передам (кому, что).
QSQ	Передавать ли по одному разу слово?	Передавайте по одному разу слово.
QSW	Можете ли передавать на волне (частоте) ?	Я сейчас буду передавать на волне (частоте)

Обозначение	Что означает	
	С вопросительным знаком	Без вопросительного знака
QSY	Перейти ли на волну ?	Перейдите на волну
QSZ	Передавать ли слова по два раза?	Переправляйте слова по два раза.
QTC	Есть ли у Вас сообщения?	У меня есть для Вас сообщения.
QTH	Какое Ваше географическое местонахождение?	Я нахожусь на . . . градусе широты и градусе долготы.
QTR	Укажите точное время?	Сейчас ровно . . . час. мин
QTU	В какие часы Вы работаете?	Я работаю от . . . до . . . час.
QUA	Имеете ли Вы известия от ?	Сообщаю известия от

Каждый коротковолновик должен хорошо знать радиокоды, особенно главные обозначения, наиболее часто встречающиеся при радиосвязи. Для облегчения запоминания и пользования кодами такие обозначения отмечены в приводимых таблицах звездочкой (*).

Радиолюбительский код

Обозначение	Что означает	Обозначение	Что означает
ABT	Около, приблизительно.	BY }	Посредством, при помощи
AC	Перемещный ток.	BI }	
ADR }	Адрес.	BK	Прекратите передачу (или) отвечайте во время моей передачи (могу работать дуплексом)
AD }			
AER }	Антенна.	BOX	Ящик (почтовый).
ANT }		BTR	Д. чше.
AFTER	После.	BUT	Но.
*A IN	Опять, снова.	*CALL	Вызов (или) позывной.
ALL	Все	CAN }	Могу.
AM	Пополудни.	CN }	
AMP	Ампер.	CANT }	Не могу.
AMMTR	Амперметр.	CNT }	
AS	Идти, ждите.	CC	Стабилизация кварцем.
*AT	К. в. при.	CFM	Подтверждаю, подтверждаю.
AT FIRST	Сперва.	CHEERIO	Желаю успеха.
AT END	К концу.	CL	Прекращаю работу (закрываю станцию).
AT TIMES	Временами.	CLG	Вызываю, вызывает.
AUP	Слышимость.	CO	Кварцевый генератор.
BAD }	Плохо, плохой.	*CONDS	Условия (слышимость).
BD }			
BAND	Диапазон.		
BEAM	Направленная (антенна).		
BEST	Лучше.		
BFR	Перед.		

Обозначение	Что означает	Обозначение	Что означает
*CONGRATS	Поздравления.	H ?	Высокая частота.
CP	Противовес.	HI	Выражение смеха.
CQ	Всем, всем (общий вы- зов).	HOPE }	Надеюсь.
CRD	Карточка-квитанция.	*HPE }	
CU	Встретимся (в эфире).	HOUR	Час.
*CUAGN	Встретимся снова.	*HR	Здесь
CUL	Встретимся позже.	*HRD	Слышал.
CW	Пезатухающие колеба- ния (телеграфная пе- редача).	HT	Высокое напряжение.
DC	Постоянный ток.	*HV	Иметь, имею.
*DE	От, из.	HVNT	Не имею.
DIRECT	Непосредственно, прямо.	*HW	Как (как дела, как Вы меня слышите).
DPE	Сообщение.	*I	Я.
*DR	Дорогой.	IF	Промежуточная частота (или) если.
*DX	Дальняя связь. Даль- нее расстояние.	IN	В.
EAST	Восток.	INPUT }	Подводимая мощность.
END	Конец.	INPT }	
ERE	Здесь.	IS	Есть.
*ES	И.	JUST	Точно (или) только что.
EVY	Каждый.	K	Отвечайте, передавайте.
FAN	Коротковолновик-наб- людатель.	KC	Килоцикл.
*FB	Превосходно, пре- красно.	KNOW	Знать.
FD	Удвигатель.	KW	Киловатт.
FER }		KY	Телеграфный ключ
FOR }		LAT	широта.
FR }	За, для, при.	LAST	Последний.
FINE	Хороший, прекрасный.	LF	Низкая частота.
FIRST	Первый.	LID	Плохой оператор.
FM	Из, от.	LOCAL	Местный.
*FONE	Телефон.	LONG	Длинный, долго.
*FREQ	Частота.	LT	Низкое напряжение.
GA	Добрый день.	LTR	Письмо.
*GB	Пр щайте.	*LUCK	Успех, счастье.
*GD	Добрый день.	MA	Миллиамперметр.
*GE	Добрый вечер.	MC	Мегацикл.
GFN	Генератор.	MEET	Встретить.
GLD	Рад, доволен.	MF	Микрофарада.
*GM	Доброе утро.	MY	Мой.
*GMT	Гринвичское время (ми- нус 3 часа от Мос- ковского).	MIKE	Микрофон.
*GN	Доброй ночи.	MIS	Миллиамперы.
*GND	Заземление.	MIN }	Минуты.
GOT	Получил.	MISD	Пропустил.
GUPOR	Я Вас не слышу.	*MNI	Много, многие.
GV	Дайте, даю.	MO	Задающий генератор.
HAM	Коротковолновик, име- ющий передатчик.	MOD	Модуляция.
HVI	Тяжелые, сильные.	MOM	Момент.
HD	Имел.	MOST	Большая часть.
HEAR	Слышать, слышу.	*MSG	Сообщение (радиограм- ма).
		*MSK	Московское время.
		MTR	Метр.
		MUST	Должен.
		ND	Ничего не поделать.
		NEW	Новый.

Обозначение	Что означает	Обозначение	Что означает
NEAR } NR NICE NIL NO NOT NR *NW *OB *OC OK	Близ. Приятный, хороший. Ничего. Нет. Не. Помер. Теперь. Приятель. Товарищ. Принял правильно, по- нял. Старый. Приятель. На.	SOLID SOON } SN *SRI } SRI SUK STDI STN STRONG *SURE	Уверенно, солидно. Скоро. К сожалению, жаль. Говорить. Устойчиво. Станция. Сильно. Уверенность, будьте уверены. Короткая волна, корот- коволновый. Дециметровый диа- пазон. Опыт, испытанная работа. Трафик, регулярная радиосвязь, обмен. Время. До.
OLD *OM *ON *OP } OPR } OR OUTPT PA *PART PM PO *PSE PSED PWR *R	Оператор, радист. Или. Отдаваемая мощность. Мощный усилитель. Часть. Полудни. Почтовое отделение. Пожалуйста. Доволен, рад. М. щность. Верно, правильно при- нял. Выпрямленный перемен- ный ток.	TEN TEST TFC TIME TILL *TKZ } *TNX } TMR } TMW } TO TODI TONITE TOO TONE TRUE TUBE TX TXT *U	Благодарность. Завтра. К. для. Сегодня. Сегодня вечером. Также (или) слишком. Тон. Помеха, затруднение. Радиослабна. Передатчик. Текст. Вы (или) советский ко- ротковолновик, име- ющий передатчик.
RAC RCD RCV RCVD *RCVR } *RX RDN RDO *REPT } RPRT } RITE RIJ *RPT	Приемник. Излучение. Радио. Сообщение. Писать, пишете. Передатчик. Повторение, повторите, повторяю. Обозначение разбирае- мости, силы приема (громкости) и тона. Скажите. Секунда. Второй. Посылать, передавать. Сигналы. Полное окончание об- мена.	UNLIS UNSTDI *UR URS USW VALVE VIA *VY W WTTT WAC	Любитель, работающий без разрешения. Неустойчиво, неста- бильно. Ваш. Раши. Ультракороткие волны. Радиослабна. Через, посредством. Очень. Слово. Ватты. Работал со всеми коп- тиентами.
RST SA SEC SECOND SEND *SIGS SK	Расписание работы. Некоторые, несколько.	WAVE WEAK WID *WLL WRK WRKD	Волна. Слабый. С. Буду, будет, будет. Работа, работать. Работал.
SKED SME } *SUM }			

Обозначение	Что означает	Обозначение	Что означает
WRLS	Радио.	XTAL	Кристалл кварца.
WW	Весь мир.	YES	Да.
*WX	Погода.	YDAY	Вчера.
X	Тон кварцевого конт- роля.	XYL	Жена.
XCUSE	Извинения.	YL	Девушка.
*XMTR }	Передатчик.	73	Наилучшие пожелания
XTER }			

Обозначения системы RST и шкалы модуляции M

Для определения качества приема радиотелеграфных сигналов корреспондента по их разбираемости, громкости и тону коротковолновиками применяется так называемая «система RST», состоящая из трехзначного числа, передаваемого после букв RST, например, RST 589.

Первая цифра определяет разбираемость сигналов и соответствует пятибальной шкале разбираемости—R.

Вторая цифра определяет громкость сигналов и соответствует девятибальной шкале громкости—S.

Третья цифра характеризует тон сигналов и соответствует девятибальной шкале тона—T.

Шкала разбираемости—R:

1. Неразборчиво, принимать невозможно.
2. Едва можно разобрать отдельные слова.
3. Разборчиво, но с большим трудом.
4. Разборчиво.
5. Совершенно разборчиво.

Шкала громкости—S:

1. Сигналы едва слышны, принять невозможно.
2. Очень слабые сигналы, отдельные разбираются с трудом.
3. Слабые сигналы, принимаются с трудом.
4. Сигналы средней громкости, принимать можно.
5. Удовлетворительные сигналы, принимаются без напряжения.
6. Хорошие сигналы.
7. Умеренно громкие сигналы.
8. Громкие сигналы.
9. Чрезвычайно громкие сигналы, громкоговорящий прием.

Шкала тона—T:

1. Чрезвычайно грубый шипящий тон от переменного тока.
2. Более устойчивый, но очень грубый тон от переменного тока, никаких следов музыкальности.
3. Хриплый, слегка музыкальный тон от выпрямленного, но не сглаженного тока.
4. Средней музыкальности, довольно грубый тон от не-
большого сглаживания.

Шкала тона—Т.

5. Музыкально-модулированный журчащий тон от недостаточного сглаживания.
6. Устойчивый музыкальный тон с небольшой пульсацией.
7. Хороший тон от выпрямленного тока с едва заметной пульсацией.
8. Чистый музыкальный тон от выпрямленного тока, лишь следы пульсации.
9. Чистейший музыкальный тон от постоянного тока.

Если передатчик с кварцевой стабилизацией, то для ее обозначения после цифры тона «9» передается буква «Х» (экс).

Для определения качества модуляции любительских станций, работающих телефоном, применяется шкала модуляции—М. Цифрой этой шкалы, определяющей качество модуляции, заменяется последняя цифра системы RST (тон), а буквой «М» буква «Т». Полученная таким путем система определения качества приема радиотелефонных станций носит наименование—система RSM. Эта система применяется только советскими коротковолновиками, зарубежные коротковолновики определяют качество модуляции, как «хорошая» или «плохая» или же в процентном отношении.

Шкала качества модуляции—М:

1. Очень искаженная передача, слов разбрать нельзя.
2. Исканенная передача, с трудом разбираются слова.
3. Передача разборчивая, но искажения очень заметны.
4. Довольно чистая передача, искажения едва заметны.
5. Передача прекрасная, без всяких искажений.

Обозначение погоды—WX

Тегкий ветер	Бриз ¹	Breeze
Ясно	Кли:е	Clear
Облачно, туманно	Клауди	Cloudy
Холодно	Коулд	Cold
Сухо	Драй	Dry
Темно	Да:к	Dark
Сильный туман	Фог	Fog
Мороз	Фрост	Frost
Сильный дождь	Хеви Рейн	Heavy Rain
Сильный снег	Хеви Сноу	Heavy Snow
Сильный ветер	Стронг Уинд	Strong Wind
Ураган	Херикэн	Hurricane
Жарко	Хот	Hot

¹ Двоеточие (:), следующее за гласным звуком, обозначает, что данный гласный звук должен произноситься протяжно (примерно вдвое дольше обыкновенного).

Светло	Лайт	Light
Легкий туман	Мист	Mist
Дождь	Рэйн	Rain
Гололедная	Слиппери айс	Slippery ice
Снег	Сноу	Snow
Пурга	Сноусторм	Snowstorm
Звездно	Старри	Starry
Гроза	Тсандэсторм	Thunderstorm
Тепло	Уотм	Warm
Сыро (грязь)	Уэт (Муди)	Wet (Muddy)
Ветер	Уинд	Wind

**Английское произношение букв и цифр, применяемое коротководниками
при радиосвязях**

А—эй	Д—джей	S—эс
В—бия	К—кей	T—ти
С—си	L—эл	U—ю
D—ди	M—эм	V—ви
E—и	N—эн	W—дабл्यू
F—эф	O—оу	X—экс
G—джи	P—пи	Y—уай
H—эйч	Q—кю	Z—зед
J—ай	R—ар	
1—уан	0—зиро	80—эйти
2—ту:	10—тен	90—найнти
3—тери:	14—фотин	100—уан хандред
4—фо:	20—туэнти	160—уан хандред сиксти
5—файв	30—тсэ:ти	200—ту:хандред
6—сикс	40—фоти	300—тери:хандред
7—севн	50—фифти	500—файв хандред
8—эйт	60—сиксти	1000—уан тсаузэнд
9—пайн	70—сэвнти	

**Фонетический алфавит, применяемый коротковолловиками при передаче
телефонизом позывных сигналов и слов «по буквам»**

Буква, которую хотят передать	Слова, которые наиболее часто применяются	Буква, которую хотят передать	Слова, которые наиболее часто применяются
A	Амстердам ¹ , Эйбел, Адам.	N	Нью-Йорк, Нэнси.
B	Балтимор, Бэкер.	O	Осло, Онтарио, Отто.
C	Казабланка, Чарли, Канада.	P	Париж, Питер.
D	Данемарк, Дог, Давид.	Q	Квебек, Кунт.
E	Эдисон, Эдвард, Изн.	R	Рома, Роберт, Редно.
F	Флорида, Фокс, Франц.	S	Сант-Яго, Шюгар, Сюзанна.
G	Галлиполи, Джордж.	T	Триполи, Томас, Токио.
H	Хавана, Гополуду, Генри, Хэв.	U	Уисала, Юнион.
I	Итали, Индия, Ида.	V	Валенсия, Виктор.
J	Иерусалем, Джон.	W	Вашингтон, Вильям.
K	Килограмм, Кинг.	X	Леантипп, Эксуэй.
L	Ливерпуль, Лондон, Лев.	Y	Йокогама, Юнг, Йоук.
M	Мадагаскар, Мэри, Майк.	Z	Цюрих, Занзибар, Зебра, зиро, зед.

¹ Кирилл шрифтом набраны слова, утвержденные Международной конференцией радиосвязи в Каире в 1938 году.

ПОЗЫВНЫЕ РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКИХ СТАНЦИЙ

Позывной сигнал присваивается каждой радиостанции для того, чтобы найти ее в эфире среди сотен и тысяч других радиостанций.

Позывные любительских радиостанций всех стран построены по одинаковым принципам. Схема и структура их построения настолько просты, что при внимательном изучении приводимые таблицы станут понятны каждому любителю.

Позывной сигнал каждой любительской радиостанции начинается с условного буквенного обозначения страны, которой принадлежит радиостанция, затем следует цифра, обозначающая определенную часть территории страны (специально выделенной для составления позывных), на которой находится радиостанция, и, наконец, буквенная серия, даваемая в алфавитном порядке.

Для примера рассмотрим систему составления позывных наших советских любительских радиостанций.

Распределение первых трех знаков позывных сигналов диспетчерских радиостанций СССР

Первые три знака позывного сигнала	Республика (край, область, город)
УА1	Ленинград, Ленинградская и Архангельская области, все острова в Баренцовом и Карском морях между 32 и 65 меридианами к востоку от Гринвича (Земля Франца Иосифа, Новая Земля, Колгуев, Вайгач и др.). Вологодская, Новгородская, Псковская, Мурманская области.
УА2	Калининградская область.
УА3	Москва, Московская, Калининская, Смоленская, Орловская, Ярославская, Костромская, Великолукская, Тульская, Воронежская, Тамбовская, Рязанская области. Горький, Горьковская, Ивановская, Владимирская, Курская, Калужская и Брянская области.
УА4	Сталинград и Сталинградская область. Саратов, Саратовская и Пензенская области. Куйбышев, Куйбышевская, Ульяновская и Кировская области. Татарская, Марийская, Мордовская и Чувашская АССР.
УА6	Краснодарский край, Адыгейская А. О., Ставропольский край. Ростов на Дону, Ростовская, Грозненская, Крымская и Астраханская области. Северо-Осетинская, Дагестанская и Кабардинская АССР.
УА9	Челябинск и Челябинская область. Свердловск и Свердловская область. Молотов и Молотовская область. Томская, Тюменская и Омская области. Все острова в Карском море между 65 и 75 меридианами к востоку от Гринвича (северо-восточная часть Новой Земли—Мыс Желания и мыс Спурый Наволок). Новосибирск, Новосибирская, Курганская, Чкаловская и Кемеровская области. Башкирская и Коми АССР. Алтайский край, Ойротская и Тувинская А. О.
УА0	Красноярский край и все острова в Карском море и море Лаптевых между 75 и 112 меридианами к востоку от Гринвича (Северная Земля, остров Диксон и др.). Хабаровский край, Амурская и Сахалинская области. Курильские острова и все острова в Восточно-Сибирском и Чукотском морях между 164 меридианом к западу от Гринвича (о. Врангеля и др.). Приморский край, Бурят-Монгольская и Иркутская АССР. Все острова в море Лаптевых и Восточно-Сибирском море между 112 и 164 меридианами к востоку от Гринвича. Иркутская и Читинская области.
УБ5	Украинская ССР.
УЦ2	Белорусская ССР.
УД6	Азербайджанская ССР.
УФ6	Нахичеванская АССР и Нагорно-Карабахская А. О.
	Грузинская ССР.
	Абхазская и Аджарская АССР.
	Южно-Осетинская А. О.
УГ6	Армянская ССР.
УХ8	Туркменская ССР.
УИ8	Узбекская ССР и Кара-Калпакская АССР.

Первые три знака позывного сигнала	Республика (край, область, город)
УП8	Таджикская ССР.
У17	Казахская ССР.
УМ8	Киргизская ССР.
УП1	Карело-Финская ССР.
УО5	Молдавская ССР.
УП2	Литовская ССР.
УП12	Латвийская ССР.
УР2	Эстонская ССР.

Все позывные наших любительских радиостанций начинаются с буквы «У», присвоенной только Советскому Союзу, вторая буква определяет союзную республику, после которой идет цифра, указывающая один из 10 условных коротковолновых любительских районов, на которые разделена территория СССР специально для составления позывных любительских станций. После цифры в позывных индивидуальных любительских радиостанций идут двухбуквенные серии. Позывные коллективных радиостанций, принадлежащих радиолюбам, для отличия их от индивидуальных станций, перед этой серией букв имеют букву «К», поэтому буква «К» не участвует во всех любительских позывных в качестве второго знака (за буквой «У»), а в позывных индивидуальных станций — в качестве четвертого знака (за цифрой).

Двухбуквенные серии, идущие за цифрой, составляются так. Берется буква А и к ней прибавляется каждая буква латинского алфавита от А до Z. Получаем 26 позывных от AA до AZ. Далее берут букву В и к ней прибавляют поочередно буквы от А до Z. Получаем еще 26 позывных от ВА до VZ. Точно так же поступают для буквы С и последующих букв. Всего получается $26 \times 26 = 676$ позывных от AA до ZZ.

Если радиостанций больше этой цифры и позывных с двухбуквенными сериями за цифрой не хватает, то прибавляют еще одну букву, т. е. переходят на трехбуквенную серию, однако с таким расчетом, чтобы позывной в своем составе имел не более 6 знаков.

Позывные коротковолников-наблюдателей строятся по тому же принципу, что и позывные любительских передающих радиостанций, с той лишь разницей, что за цифрой вместо буквенной серии идет порядковый номер регистрации. Например: УА-3-1; УВ-5-4578; УЩ-2-12 000 и т. д.

УСЛОВНЫЕ БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ СТРАН

Для составления позывных всех действующих радиостанций каждой стране предоставляются определенные международные серии букв. Ими может пользоваться только та страна, которой эти серии присвоены. Распределение этих международных серий по странам производится Международными конференциями электросвязи. Из полученных

международных серий каждая страна самостоятельно выделяет серии букв для составления любительских позывных. Список этих серий в алфавитном порядке приведен на стр. 37—40.

В первой графе «Обозначение» даны одна или две буквы—первые знаки позывного, обозначающие национальность радиостанции. Цифра, следующая за буквенным обозначением, дает ориентировочное представление о месте нахождения радиостанции, во второй графе дано наименование стран и в третьей сокращенное (условное) наименование континента, на котором расположена радиостанция: Е—Европа; А—Азия; Аф—Африка; ЮА—Южная Америка; СА—Северная Америка; О—Океания.

В скобках приведены обозначения, не присвоенные ранее данной стране и в настоящее время ей не принадлежащие; к таким обозначениям относятся различные МВ, МС, МД, МР, М, МТ и многие другие. Это национальные или специально введенные позывные для «любителей», главным образом из числа офицеров связи, находящихся на службе в различных оккупационных, экспедиционных и иных регулярных войсках Америки и Англии, обильно рассеянных в «маршаллизованных», оккупированных и колониальных странах.

КАК ПОЛУЧИТЬ ПОЗЫВНОЙ КОРТКОВОЛНОВИКА-НАБЛЮДАТЕЛЯ

Изучив телеграфную азбуку и основы электро-радиотехники, хорошо ознакомившись с радиокodem и правилами радилюбительского обмена, радилюбитель, имеющий коротковолновый приемник или возможность вести прием на приемнике коллективного пользования, может получить позывной коротковолновика-наблюдателя и приступить к наблюдениям за работой любительских радиостанций.

Для получения позывного коротковолновика-наблюдателя необходимо подать заявление в квалификационную комиссию ближайшего местного радиоклуба Добровольного общества содействия Армии и сдать испытания по программе, установленной для коротковолновиков первой группы.

Радилюбителям, сдавшим испытания, радиоклуб выдает специальные удостоверения коротковолновика-наблюдателя с указанием личного позывного.

Если радилюбитель находится далеко от радиоклуба и не может лично явиться в квалификационную комиссию для сдачи испытания, то в этом случае испытания принимаются заочно, путем письменных ответов на вопросы и приема передачи одной из любительских телеграфных радиостанций по указанию квалификационной комиссии.

Радисты, демобилизованные из рядов Советской Армии, и радисты ведомственных радиостанций от сдачи испытаний по знанию телеграфной азбуки освобождаются.

Радилюбители, имеющие радиотехническое образование, радиотехники и радиомастера, демобилизованные из рядов Советской Армии, освобождаются от сдачи испытаний по электро-радиотехнике.

Условные буквенные обозначения стран

Обозначение	Страна	Континент	Обозначение	Страна	Континент
AC3	Сикак	A	FG	ваделуша	CA
AC4	Тибет	A	FI	Французский Индо-китай	A
AG2	Свободная территория	E	FK	Новая Каледония	O
II(MF2)	Триест		FL	Французское Сомали	Аф
AP	Пакистан	A	FM	Остров Мартиника	CA
AR1; YK	Сирия	A	FN	Французская Индия	A
AR8	Иван	A	FO	Океания (франц.)	O
C	Китай	A	FP	Острова Сан-Пьер и Микелон	CA
C3	Остров Формоза	A	FQ	Французская Экваториальная Африка	Аф
C9	Маньчжурия	A	FR	Острова Реуньон	Аф
CE	Чили	ЮА	FT4	Тунис	Аф
CM, CO	Куба	CA	FU8, YJ1	Остров Новые Гебриды	O
CN	Марокко	Аф	FY8	Французская Гвиана	ЮА
CP	Белиз	ЮА	G (M)	Англия (Великобритания)	E
CR4	Острова Зеленого Мыса	Аф	GC	Острова в канале Ла-Манш	E
CR5	Португальская Гвинея	Аф	GD	Остров Мэн	E
CR6	Ангола	Аф	GI	Северная Ирландия	E
CR7	Мозамбик	Аф	GM	Шотландия	E
CR8	Португальская Индия	A	GW	Уэльс	E
CR9	Макао	A	HA	Венгрия	E
CR10	Остров Тимор	O	HB	Швейцария	E
CT1	Португалия	E	HC	Эквадор	ЮА
CT2	Азорские острова	Аф	HE	Инхтенштейн	E
CT3	Остров Мадейра	Аф	HN	Ганги	CA
CX	Уругвай	ЮА	HI	Республика Доминика	CA
CZ	Монако	E	HK	Республика Колумбия	ЮА
D(DL, DK)	Германия	E	(HL1)	Южная Корея	A
EA1—5,7	Испания	E	(HL9, KR6)J9	Острова Окинава, Бо-нин и Волкано	A, O
EA6	Балеарские острова	E	HP	Республика Чаама	CA
EA8	Канарские острова	Аф	HR	Гондурас	CA
EA9	Марокко (Исп.)	Аф	HS	Сам	A
E1	Эйре (Ирландия)	E	HV	Ватикан	E
EK1	Танжер	Аф	HZ	Саудовская Аравия	A
EL	Либерия	Аф	I	Италия	E
EP, EQ	Иран	A	IS5	Остров Сардиния	E
ET, I7	Эфиопия (Абиссиния)	Аф	J(JA)	Япония	A
F	Франция	E			
FA	Алжир	Аф			
FB	Остров Мадагаскар	Аф			
FD	Того (франц.)	Аф			
FC	Котенка	E			
FE	Камерун	Аф			
FF	Французская Западная Африка	Аф			

Обозначение	Страна	Континент	Обозначение	Страна	Континент
J9(HL9, KR6)	Острова Окинава, Волкано, Бонин	А, О	(MD4; MS4)	Итальянское Сомали	Аф
K1 Ø } (W1-Ø) }	Соединенные Штаты Америки	СА	(MD5); SU	Египет	Аф
KA1(DU)	Филиппинские острова	О	(MD6); Y1	Ирак	А
KB6	Острова Лейкер, Хауленд и Феникс	О	(MD7); ZC4	Остров Кипр	Е
KC4	Антарктида	О	(MP4)		
KC6	Каролинские острова	О	ZZ; VS9	Оман	А
KF6	Остров Кантон	О	(MS4; MD4)	Итальянское Сомали	Аф
KG6	Острова Гуам, Саппан, Тиниан, Иво Джима	О	OA	Перу	ЮА
KH6	Гавайские острова	О	OH	Австрия	Е
KJ6	Остров Джонстон	О	OK	Финляндия	Е
K7	Аляска	СА	ON4	Чехословакия	Е
KM6	Остров Мидвей	О	OQ	Бельгия	Е
KP4	Порто-Рико	СА	OX	Бельгийское Конго	Аф
KP6	Острова Пальмира, Ирисе	О	OY	Гренландия	СА
KS4	Остров Спэн	СА	OZ	Фарерские острова	Е
KS6	Острова Самоа	О	PA, PI	Дания	Е
KV4	Виргинские острова	СА	PJ	Голландия	Е
KW4	Остров Уэйк	О	PK1—3	Голландская Западная Индия (Кюрасао)	ЮА
KX6	Маршалские острова	О	PK4	Остров Ява	О
KZ5	Зона Панамского канала	СА	PK5	Остров Суматра	О
LA, LB	Норвегия, Шпицберген	Е	PK6	Остров Б. рнео	О
LU	Аргентина	ЮА	PK7	Остров Целебес и Молуккские острова	О
LU1Z	Южно-Оркнейские острова	ЮА	PX	Голландская Новая Гвинея	О
LX	Люксембург	Е	PY	Республика Андорра	Е
LZ	Болгария	Е	PZ	Бразилия	ЮА
NY4; KG4	Вухта Гуантанамо	СА	SM, SL	Суринам	ЮА
(MI)	Республика Сан-Марино	Е	SP	Швеция	Е
(MB9) OE	Австрия	Е	ST	Польша	Е
(MC1) }			SU (MD5)	Судан	Аф
(MD 1—2; }	Ливия	Аф	SV	Египет	Аф
MT2) }			TA	Греция и Крит	Е
LI, }			TF	Остров Родос	Е
TR. }	Эритрея	Аф		Турция	Е, А
(MD3; MI3)				Исландия	Е

Обозначение	Страна	Континент	Обозначение	Страна	Континент
TG	Гватемала	CA	VP3	Острова Валкандские,	ЮА
TI	Коста-Рика	CA		Южные Сандвичевы,	
VE	Канада	CA		Южные Шотландские,	
TR	Тивия	Аф		и Южная Георгия	
VE1	Приморские провинции,	CA	VP8	Южно-Оркнейские	ЮА
	Новая Шотландия,			острова	
	Нью-Брансуик		VP9	Бермудские острова	CA
VE2	Квебек	CA	VQ1	Залибар	Аф
VE3	Онтарио	CA	VQ2	Северная Родезия	Аф
VE4	Манитоба	CA	VQ3	Танганьика	Аф
VE5	Саскачеван	CA	VQ4	Кения	Аф
VE6	Провинция Альберта	CA	VQ5	Уганда	Аф
VE7	Британская Колумбия	CA	VQ6	Сомали (Брит.)	Аф
VE8	Юкон и Северо-Западные территории	CA	VQ8	Острова Чагос и Маврикий	Аф
VK	Австралия	O	VQ9	Сейшельские острова	Аф
VK1	Антарктические острова (Хэрд, Маккуари)	O	VR1	Острова Джильберта, Эллис и Тихоокеанские	O
VK2	Новый Южный Уэльс	O	VR2	Острова Фиджи	O
VK3	Виктория	O	VR3	Остров Фаннинг	O
VK4	Папуа	O	VR4	Соломоновы острова	O
VK5,	Южная Австралия и	O	VR5	Остров Тонга (Дружбы)	O
VK8	Северная территория	O	VR6	Остров Питкери	O
VK6	Западная Австралия	O	VS2	Федеративные Малайские Штаты	A
VK7	Остров Тасмания	O	VS3	Нефедеративные Малайские Штаты	A
VK8,	Северная территория	O			
VK5	и Южная Австралия				
VK9	Новая Гвинея, острова Порфольк, Адмиралтейские и Лорджау	O	VS4	Северный Борнео (Брит.)	O
VO	Ньюфаундленд	CA	VS5	Саравак, Бруней	O
VO6	Лабрадор	CA	VS6	Гонконг	A
VP1	Гондурас (Брит.)	CA	VS7	Остров Цейлон	A
VP2	Острова Лейвард и Виндвард	CA	VS8, VS7	Острова Бахрейн	A
VP3	Гвиана (Брит.)	ЮА	VS9	Аден, Оман, острова Сокотра и Мальдивские	A, Аф
VP4	Острова Тринидад и Тобаго	ЮА	VU2	Индия и острова Андаман и Никобар	A
VP5	Остров Ямайка, Кайманские и Кокосовые острова	CA	VU4, VU7, VU8	Лакедивские острова	A
VP6	Остров Барбадос	CA	W1-Ø	Острова Бахрейн	A
VP7	Багамские острова	CA	K1-Ø	Соединенные Штаты Америки	CA

Обозначение	Страна	Континент	Обозначение	Страна	Континент
W1	Штаты: Коннектикут, Мэн, Массачусетс, Нью Гемпшир, Род Айлэнд, Вермонт	CA	YS YT, YU YV ZA	Сан-Сальвадор Югославия Венецуэла Албания	CA Е ЮА Е
W2	Штаты: Нью Джерси, Нью-Йорк	CA	ZB1 ZB2	Остров Мальта Гибралтар	Е Е
W3	Штаты: Делавар, Мериленд, Пенсильвания	CA	ZC1 ZC2	Трансиордания Кокосовые острова	А О
W4	Штаты: Алабама, Флорида, Джорджия, Кентукки, Северная Каролина, Южная Каролина, Теннесси, Виргиния	CA	ZC3 ZC4 } (MD7) }	Остров Рождества (Кристмас) Остров Кишр	О Е
W5	Штаты: Арканзас, Луизиана, Миссисипи, Нью Мексико, Оклахома, Техас	CA	ZC5 ZD1 ZD2 ZD3 ZD4 ZD6	Палестина Сиерра- Леоне Нигерия Гамбия Золотой Берег и Того Ньясаленд	А Аф Аф Аф Аф
W6	Штат—Калифорния	CA	ZD7	Остров Св. Елены	Аф
W7	Штаты: Аризона, Айдахо, Монтана, Невада, Орегон, Юта, Вашингтон	CA	ZD8 ZD9 ZE	Остров Вознесения Острова Тристан-да-Кунья Южная Родезия	Аф О О
W8	Штаты: Мичиган, Огайо, Западная Виргиния	CA	ZK1 ZK2	Острова Кука Остров Ниуэ	О О
W9	Штаты: Иллинойс, Индиана, Висконсин	CA	ZL ZM6	Новая Зеландия Острова Самоа (Зрит.)	О О
WØ	Штаты: Колорадо, Айова, Канзас, Миннесота, Миссури, Небраска, Северная Дакота, Южная Дакота	CA	ZP ZS1, 2, 5, 6 ZS3 ZS7 ZS8	Парагвай Южно-Африканский Союз Юго-Западная Африка Свазиленд Базутоленд	ЮА Аф Аф Аф
XE	Мексика	CA	ZS9	Бечуаналенд	Аф
XZ	Бирма	А	ZZ,		
YA	Афганистан	А	VS9, }		
YI (MD6)	Ирак	А	(MP4) }	Оман	А
YJ1, }	Острова Новые Гебриды	О	3V8	Тунис	Аф
FL 8 }			4X4	Израиль	А
YN	Никарагуа	CA			
YR	Румыния	Е			

КАК ПОЛУЧИТЬ РАЗРЕШЕНИЕ НА ЛЮБИТЕЛЬСКИЙ ПЕРЕДАТЧИК

Коротковолновик-наблюдатель, основательно ознакомившийся с работой коротковолновиков и проявивший себя в общественной жизни секции коротких волн радиоклуба (участие в соревнованиях, конкурсах, выставках, в подготовке новых коротковолновиков и других массовых и учебных мероприятиях), сможет стать квалифицированным коротковолновиком, знающим все порядки работы в эфире, умеющим самостоятельно вести двустороннюю радиосвязь, собирать приемники и передатчики, находить и устранять различные повреждения в них.

Такой коротковолновик уже может просить квалификационную комиссию радиоклуба о проверке его знаний по программе, установленной для коротковолновиков второй группы третьей категории. Если результаты проверки будут успешными, то ему будет выдана квалификационная справка, которая дает право подавать заявление о выдаче разрешения на право установки и эксплуатации собственного любительского передатчика.

Для получения этого разрешения нужно получить в радиоклубе бланки соответствующих анкет, заполнить их, вычертить схему передатчика, приложить справки, перечисленные в технической анкете, и подать вместе с этими документами заявление на имя Министерства Связи Союза ССР в радиоклуб, с внесением 8 рублей для уплаты регистрационного и установочного сборов.

Радиоклуб прилагает к этим материалам свою рекомендацию—ходатайство о выдаче разрешения—и передает их инспектору радиосвязи областного управления Министерства Связи СССР для дальнейшего оформления.

Приступить к постройке передатчика можно только после того, как будет получено разрешение на установку, в котором указываются мощность и диапазон, на которых будет работать передатчик, а также срок сдачи передатчика в эксплуатацию.

Если по каким-либо причинам в указанный в разрешении на установку срок передатчик не может быть построен, то об этом своевременно нужно подать заявление областному инспектору радиосвязи, с просьбой продлить срок установки передатчика, в противном случае разрешение может быть аннулировано.

Приступая к постройке передатчика, необходимо предварительно ознакомиться с правилами безопасности при устройстве и обслуживании радиоаппаратуры, которые необходимо точно выполнять.

По окончании постройки радиостанции нужно сообщить об этом областному инспектору радиосвязи, через которого было получено разрешение на постройку. Инспектор радиосвязи осмотрит радиостанцию и, если она будет соответствовать разрешенным техническим нормам, он составит об этом акт (один экземпляр которого должен храниться при радиостанции) и после внесения абонентной платы (36 рублей в год) взамен разрешения на установку выдаст разрешение на эксплуатацию радиостанции, в котором будут указаны позывные радиостанции.

С получением разрешения на эксплуатацию можно приступить к работе на передачу. До получения этого разрешения (при наличии разрешения только на постройку передатчика) работать на передачу нельзя.

РАБОТА В ЭФИРЕ

Каждый коротковолновик начинает свою работу в эфире с наблюдений за двусторонними связями коротковолновых любительских радиостанций. Для проведения наблюдений необходимо построить коротковолновый приемник на любительские диапазоны, вначале хотя бы на два основных—40- и 20-метровые. Описание подобных приемников приведено в настоящем справочнике на стр. 108. Каждый наблюдатель получает специальный позывной. Принимая те или другие радиостанции, коротковолновик рассылает им карточки-квитанции, в которых сообщает услышанным радиостанциям данные о громкости, разбираемости, тоне или модуляции, а также диапазон, время и дату работы.

Если коротковолновик правильно зафиксировал работу принятой радиостанции, последняя также присылает свою карточку, где приводит данные о своей радиостанции и удостоверяет, что она действительно в указанное время и в указанном диапазоне работала. Карточки для рассылки их корреспондентам сдаются в ближайший радиоклуб. Подобное наблюдение за работой случайных радиостанций удовлетворяет коротковолновика только в начальный период его деятельности. Такая бессистемная работа быстро надоедает, и коротковолновик-наблюдатель, разослав несколько сотен карточек, охладевает к этому занятию и постепенно забрасывает его.

Практика наших передовых коротковолльников-наблюдателей показывает, что лучшей формой работы являются планомерные и систематические наблюдения за обменом между любительскими коротковолновыми радиостанциями. Подобные наблюдения могут оказать большую пользу, так как будут показывать рост активности наших коротковолльников по отдельным городам и районам, определять условия прохождения радиоволн любительского диапазона в различное время года и суток и зависимость прохождения радиоволн от состояния погоды, температуры воздуха, барометрического давления и т. д.

Сводки наблюдений дают возможность разобраться и в умении наших коротковолльников работать в эфире, и в качестве их приемной техники. Ведь часто можно наблюдать, как многие из наших, особенно начинающих, коротковолльников, дав вызов, не слышат, что им отвечают. А потом начинают жаловаться на маленькую мощность передатчика, на плохую антенну, хотя причина не в этом.

Каждый коротковолновик-наблюдатель в работе по наблюдению за любительскими станциями должен вести прием всего передаваемого текста обоих корреспондентов, ведущих двустороннюю связь. Это будет способствовать техническому росту коротковолновика как радиста и повышению его квалификации как оператора.

Наблюдения за работой определенных станций и за отдельными диапазонами должны проводиться систематически, а не от случая к случаю. Желательно проводить их в определенное время.

Очень хорошо, если наблюдатель выберет одну-две станции и будет регулярно следить за их работой. Таким станциям нужно один раз в месяц высылать сводки с подробной характеристикой качества работы, кто и когда их вызывал, указывать особенности распространения радиоволн за этот период.

Достаточно овладев приемом на слух, изучив любительский код и научившись свободно ориентироваться во всех капризах коротковолнового эфира, коротковолновик-наблюдатель переходит к более высокой стадии радилюбительства—постройке и работе на своем личном передатчике.

Делом чести каждого коротковолновика является постройка передатчика своими руками. Много технической выдумки, теоретической зрелости можно увидеть в конструкциях наших коротковолновиков.

Работа коротковолновика на своем передатчике многогранна. Здесь и постоянные, в строго оговоренное время, связи с определенными корреспондентами, увлекательные поиски и связи со сверхдалекими радиостанциями, скоростные связи с определенным числом корреспондентов в минимальное время, работа в интереснейших соревнованиях, которые проводятся ежегодно Центральным радиоклубом Досарма.

Работа по установлению радиосвязи проводится двумя способами. Первый—это дача общего вызова—CQ, на который откликается какая-либо радиостанция, и связь устанавливается. Второй способ заключается в том, что вначале коротковолновик знакомится с обстановкой в эфире, выбирает себе желательного корреспондента из числа радиостанций, дающих общий вызов, и начинает по окончании ее работы вызывать сам.

Работа с общим вызовом проводится следующим порядком. Любитель, включив передатчик, в течение 1,5—2 минут дает CQ попеременно со своими позывными: 2—3 раза CQ, затем сигнал DE (что означает «от») и два три раза позывной своей радиостанции.

Дав сигнал окончания вызова и пригласив всех отвечать, коротковолновик выключает передатчик и переходит на прием. В настоящее время в связи со значительным переизлучением любительских диапазонов корреспонденты на 20- и 40-метровых диапазонах обычно отвечают на частоте станции, дающей общий вызов, или в пределах 10-15 кГц в обе стороны. На 10-, 14- и 160-метровых диапазонах ответ на общий вызов может быть и не на частоте станции, дающей CQ, а в любой точке диапазона. Поэтому при работе на 20- и 40-метровых диапазонах немедленно после общего вызова и приглашения к ответу появляются зовущие радиостанции, и остается только выбрать наиболее интересного корреспондента.

Плавню вращая ручку приемника в обе стороны от точки, где прослушивались сигналы своей радиостанции, нужно внимательно прослушать, кто зовет вашу радиостанцию, не пропуская и самых слабых сигналов, которые, как правило, и оказываются сигналами какой-либо дальней радиостанции—Бухты Провидения, Сахалина, Огненной земли, Тасмании и т. д.

Вначале среди многоголосого хора различных радиостанций очень трудно выделить необходимого корреспондента, но со временем коротковолновик в куче всевозможных радиостанций, работающих различными тонами, находит необходимую станцию и ухитряется затем провести всю двустороннюю связь, приняв и передав все необходимое.

Работа с общим вызовом носит случайный характер, так как неизвестно, кто ответит—сосед ли, находящийся в двух кварталах от вас, или радиостанция, разделенная расстоянием в десятки тысяч километров.

Более интересной и, пожалуй, требующей большей подготовки и оперативности является связь с желаемым корреспондентом путем вызова его после CQ. В этом случае выбирается интересующий вас корреспондент, и в условиях сильных помех, напряжения слуха, манипуляций с ручками приемника коротковолновик приобретает весьма нужный навык отличного оператора—умение удержать и принять определенного кор-



Рис. 10

респондента. Каждая связь по традиции подтверждается обычно карточкой-квитацией (рис. 10).

Этим карточками обменивались коротковолновые радилюбительские станции в знак подтверждения факта установления связи на коротких волнах. Появление этих карточек относится к 20-м годам нашего столетия, когда в ряде стран в распоряжение любителей были предоставлены все волны короче 200 м, считавшиеся совершенно непригодными для сколько-нибудь дальней радиосвязи.

Но тут случилось нечто совсем неожиданное. Любители при ничтожной мощности передатчиков—несколько десятков ватт—ухитрились пере-

крыгать на коротких волнах огромные расстояния. Сначала любители применяли волны от 100 до 200 м, а затем стали применять волны короче 100 м и получили замечательные результаты. Скоро связь на несколько тысяч километров при мощности 10—20 ватт стала чуть ли не обычным явлением для радиолюбителей-коротковолновиков. Это обратило на себя внимание радиоспециалистов, которые стали изучать короткие волны более глубоко.

А через несколько лет короткие волны получили полное признание, и все дальние радиосвязи были переведены на них.

С этих пор значение карточки как подтверждения факта достоверности связи на коротких волнах исчезло, так как нет такого человека, который бы не поверил в это.

Сейчас, когда карточка является лишь средством для обмена опытом между любителями, обобщением долгих наблюдений, собиравшие их стало таким же делом, как и сбор почтовых марок.

Радиолюбители 198 стран мира подтвердили отличное качество работы наших любительских радиостанций и высокое мастерство их операторов. Почтовый ящик № 88 на Главном почтамте в столице нашей родины Москве известен во всем мире.

Почетной обязанностью наших коротковолновиков является рассылка карточек-квитанций. Ни одна двусторонняя связь, ни одна карточка коротковолновика-наблюдателя не остается без ответа.

Большой интерес в коротковолновой работе представляет проведение двусторонних радиосвязей телефоном. Телефонная работа привлекает к себе большое число радиолюбителей и радиослушателей, так как она понятна всем, нет необходимости в знании телеграфной азбуки. Такую работу можно принимать на любой вещательный приемник, имеющий коротковолновый диапазон.

В основном наши телефонисты работают между собой на русском языке. Наиболее часто их слышно на 40-метровом диапазоне в воскресные зимние дни.

Вызов на русском языке делается примерно так:

«Всем, всем. Вызываю всех коротковолновиков Советского Союза. Работает радиостанция УАЗАВ. УА три а в Москва. Кто меня слышит—отвечайте. Перехожу на прием». Такой вызов дается 1,5—2 минуты.

Часто для лучшей разбираемости позывного сигнала, чтобы его буквы не были спутаны с другими, сходными по звуковому произношению, дают позывной общеизвестными словами, начальные буквы которых входят в позывной сигнал. В качестве таких слов берут обычно названия стран или городов, а иногда мужские и женские имена. Так, например, позывной УАЗАВ можно передать одной из следующих комбинаций: «УА три Архангельск Вена» или «УА три Анна Василий».

Телефонисты на 40-метровом диапазоне работают на всем отведенном участке, на 20-метровом диапазоне основная масса телефонных радиостанций работает на частотах 14 180—14 400 кГц.

Кроме соревнований, Досарм и его Центральный радиоклуб проводят переключки.

Переключки проводятся радиотелефоном на 20- и 40-метровых любительских диапазонах. Руководит переключками радиостанция Центрального радиоклуба—УАЗКАВ. В переключках участвуют десятки радио-

станций радиоклубов Досарма со всех коплов нашего необъятного Советского Союза. Переключки являются отличной формой массовой агитации за короткие волны.

Полнокровна и интересна жизнь наших коротковолнников. Радиоклубы и организации Досарма предоставляют для этого все возможности: лаборатории, мастерские, библиотеки.

Увлекательная работа по двусторонней связи на коротковолновом передатчике является лучшим «радиоуниверситетом» для любителя. Она помогает ему в совершенстве изучить радиотехнику не только в области приема, но и в области модуляции, питания, антенн, распространения радиоволн, радиоизмерений и других вопросов. Каждый любитель, поработавший серьезно на передатчике, становится по всем теоретическим и практическим знаниям хорошим радиотехником и радистом-слухачом. Он становится ценным специалистом для нашей социалистической связи, для нашей армии, для промышленности.

Нашей основной задачей должно быть создание мощной многотысячной армии коротковолнников, в совершенстве овладевших техникой и практикой коротковолновой связи, энтузиастов своего дела, могущих в любой момент стать на защиту великого Советского Союза.

ВЕДЕНИЕ АППАРАТНОГО ЖУРНАЛА

Все радиолюбители, имеющие свои коротковолновые приемно-передающие и приемные радиостанции, ведут специальный аппаратный журнал, в котором фиксируются данные любительской двусторонней связи или данные приема.

Аппаратный журнал по своей форме должен быть простым и обеспечивать возможность быстрой записи необходимых данных. Размер листа 290×200 мм.

Образец страницы аппаратного журнала

Число	Время (мск)	Позыв- ной	Диапазон	Текст	RST	Примечание

Аппаратный журнал по приведенной форме заполняется в следующем порядке. В первую графу слева записывается дата — число и месяц (цифрами). В следующую — часы и минуты начала приема (или передачи) по Московскому времени. Эти данные для упрощения можно обозначать четырехзначной цифрой.

В третьей графе коротковолнник-наблюдатель записывает позывной принимаемой станции, а любитель, имеющий передатчик, — позывной

станции корреспондента или свой позывной, в зависимости от того, что записывается—прием или передача.

Далее идет графа «Текст», где записывается весь принимаемый текст (для чего нужно записывать текст сразу в журнал, а не на отдельном листочке) и сокращенно смысл того, что было передано. Записать в эту графу весь передаваемый текст при быстром переходе с приема на передачу трудно. Практически эта часть записи воспроизводится по окончании QSO, для чего в журнале в процессе записи приема оставляют свободные строчки.

В графе RST проставляются данные приема корреспондента, т. е. трехзначная цифра, характеризующая разбираемость, громкость приема и тон принимаемого передатчика. В примечании записываются характерные особенности приема, например, наличие помех, замираний, указывается мощность передатчика, если она почему-либо была изменена, и т. п.

ЗАПОЛНЕНИЕ КАРТОЧКИ-КВИТАНЦИИ

В подтверждение состоявшейся двусторонней связи или приема любительской станции коротковолновика посылают специальные открытки—карточки-квитанции.

«Квитанция» (подтверждение приема) по Q-коду соответствует обозначению QSL, отсюда и название QSL (Ку-Эс-Эль)-карточка.

Образец типовой QSL-карточки советских коротковолновиков приводится на рис. 11. На лицевой стороне карточки любитель должен про-

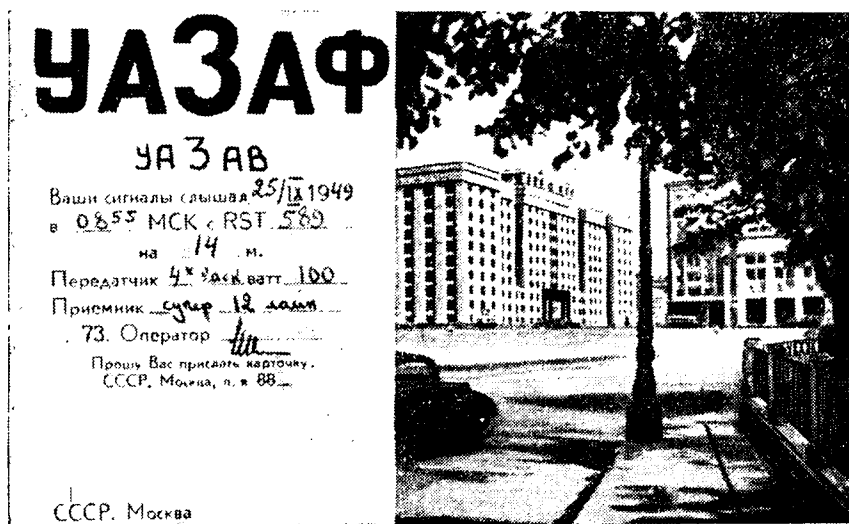


Рис. 11

ставить крупными буквами свой позывной специальным резиновым штампом или же отпечатать типографским способом.

Под своим позывным пишется позывной радиостанции, которой карточка адресована, для советских любителей—по-русски, иностранцам—латинскими буквами.

В графе «Ваши сигналы слышал» пишется дата, когда принята радиостанция или установлена с ней радиосвязь. В графе «В..... MCK» указывается время, когда производился прием радиостанции, а после букв RST проставляются цифры, характеризующие технические данные приема.

Графа «нам» показывает, на каком любительском диапазоне (в метрах) зафиксирована радиостанция или проводилась данная двусторонняя радиосвязь.

В графе «Передатчик ватт» указывается или наименование схемы передатчика, или число ступеней и подводимая мощность к последней ступени, а в графе «Приемник.....» указывается или тип приемника, или наименование его схемы, и можно также указать число его ламп.

После слова «Оператор» следует подпись заполняющего карточку.

Получение карточки-квитанции особенно важно для любителей U (имеющих свои передатчики), так как этим официально подтверждается слышимость сигналов передатчика в различных пунктах. Любитель, имеющий передатчик, получив квитанцию от наблюдателя, обязан ему ответить (хотя он его и не слышал), отослав свою карточку с указанием данных передатчика.

Бланки типовых QSL-карточек можно получить в местных радиоклубах Досарма, через эти же клубы производится и отсылка заполненных карточек как советским любителям, так и за границу.

Перед отсылкой карточки необходимо разобрать. Карточки для коротковолновиков СССР разбираются по районам, а для иностранных коротковолновиков—по странам мира. К отсылаемым карточкам обязательно прилагается записка с указанием позывного, отправляющего карточки, и числа отправляемых карточек коротковолновикам СССР и за границу.

Карточки пересылаются бесплатно (распоряжение Министерства Связи СССР № МПУ 2/1 от 10.4.46 г.) в адрес Куэсаль-бюро: г. Тушино, Московской обл., ЦК Досарм, Куэсаль-бюро.

КОРТОКОВОЛНОВЫЕ ПРИЕМНИКИ

Успешная работа коротковолновика в эфире, его достижения в установлении дальних связей, успехи в различного рода соревнованиях в очень сильной степени зависят от качества работы приемной аппаратуры его радиостанции. Поэтому и требования, которые предъявляет коротковолновик к своему приемнику, весьма высоки.

Построить и наладить такой приемник дело нелегкое, требующее от конструктора решения комплекса сложных задач.

В настоящей главе радиолюбителю-конструктору дается необходимый справочный материал и методические указания, которые помогут ему построить и наладить как самый простой, так и сложный современный коротковолновый приемник.

При разборе схем приемников основное внимание уделено наиболее сложным узлам и специальным вопросам конструирования, а также приведен часто требуемый для коротковолновика расчетный и справочный материал.

ОСОБЕННОСТИ ПРИЕМА НА ЛЮБИТЕЛЬСКИХ ДИАПАЗОНАХ

Технические требования, которые ставятся при конструировании того или иного радиоприемника, определяются его назначением, условиями, в которых он будет работать, и экономическими соображениями.

Определим, какие требования накладывает специфика работы в любительских диапазонах на качественные показатели любительского коротковолнового приемника.

В настоящее время любительские диапазоны настолько переуплотнены, что на каждом делении шкалы приемника можно услышать одновременно около десятка различных радиостанций, которые создают друг другу сильные помехи. Мощность этих радиостанций невелика и обычно не превышает нескольких десятков ватт. Расположены они от приемника на самых различных расстояниях: от нескольких сот метров до 15—20 тысяч километров. Часто к помехам со стороны мешающих радиостанций прибавляются еще и промышленные помехи, которые особенно велики в крупных городах.

И вот, при наличии таких помех коротковолновик на своем приемнике должен услышать определенную радиостанцию и принять передаваемый ею текст, причем слышимость принимаемой станции очень часто не превышает уровня помех. Поэтому избирательность любительских коротковолновых приемников должна быть доведена до предельной величины.

По этой же причине прием производится обычно на телефоны, причем громкость сигналов делается небольшой. При негромкой слышимости оператор меньше утомляется и лучше используются избирательные свойства нашего уха.

Повышение избирательности и сужение пропускаемой полосы приводят также к уменьшению действия промышленных помех и внутренних шумов приемника, что в конечном итоге значительно повышает его чувствительность.

Минимально допустимая полоса пропускания приемника при приеме телеграфных сигналов определяется скоростью передачи и нестабильностью частот передатчика и гетеродинов приемника.

При передаче телеграфной азбукой 1-я гармоника частоты манипуляции определяется как $F_1 = \frac{n}{2,5}$, где n — число международных стандартных слов в минуту.

При $n=30$ (что составляет скорость 150 знаков в минуту) $F_1=12$ гц.

Для удовлетворительного приема на слух достаточно пропустить несущую частоту сигнала и боковые частоты, соответствующие 1-й и 2-й гармоникам манипуляции, что дает полосу в 48 гц.

Для обеспечения устойчивого приема при колебаниях частот передатчика и гетеродинов приемника полосу частот следует расширить до 100—150 гц.

При переходе на прием телефонной передачи пропускаемая полоса должна быть расширена до 5—6 кгц.

Характерной особенностью приема на коротких волнах является наличие замирания сигналов. Для борьбы с этим явлением, а также для поддержания постоянного уровня сигнала на выходе приемника и устранения возможных перегрузок его при приеме радиостанций разной мощности, широко применяется автоматическая регулировка чувствительности (АРЧ), которая в широкоэвентельных приемниках дает хорошие результаты.

Применение АРЧ в любительских коротковолновых приемниках при приеме телеграфных сигналов не может быть рекомендовано по той причине, что радиолюбителям часто приходится принимать сигналы слабых станций на фоне громких помех от близко расположенных мешающих любительских радиостанций, различая принимаемую станцию лишь по току биений. При наличии АРЧ в момент нажатия ключа на мешающей станции усиление приемника уменьшается и слышимость слабо принимаемой станции резко падает, в результате чего передаваемый ею текст не будет принят.

Еще хуже дело будет обстоять при поисках любительских радиостанций. При прохождении по диапазону слабые радиостанции, расположенные по частоте близко к более громким, будут подавлены системой АРЧ и, следовательно, наиболее редкие и дальние станции не будут услышаны. Объясняется это тем, что система АРЧ срабатывает не сразу, а имеет некоторую постоянную времени, в течение которой коэффициент усиления приемника после прекращения действия сильного сигнала постепенно восстанавливается.

Поэтому в любительских коротковолновых приемниках при приеме телеграфных сигналов рационально лишь применять ограничители ампли-

туд различных импульсных помех и громких сигналов близких радиостанций, слышимых при перестройке приемника.

Для устранения помех от грозовых разрядов, систем зажигания автомашин и т. п. в любительских коротковолновых приемниках целесообразно применять специальные подавители помех.

При приеме телефонных сигналов желательно применять систему АРЧ.

В настоящее время радиолюбители-коротковолновики работают на приемниках двух типов: приемниках прямого усиления и супергетеродинах.

Приемник прямого усиления дешев, прост по конструкции. Вполне понятно, что такой приемник не является совершенным, но благодаря особенностям распространения коротких волн даже на самый простой коротковолновый приемник можно услышать очень много дальних и интересных любительских радиостанций. Поэтому приемник прямого усиления может быть рекомендован для начинающих коротковолновиков.

В приемниках прямого усиления применяется регулирующаяся обратная связь, которая значительно повышает чувствительность и избирательность приемника, а также дает возможность производить прием радиостанций, работающих незатухающими колебаниями без специального гетеродина.

Недостатком приемника прямого усиления является его сравнительно низкая избирательность и неустойчивость работы, связанная с изменениями величины питающих напряжений, что особенно затрудняет прием телефонных станций.

При приеме слабых телеграфных сигналов большие неприятности создают помехи от мощных и близко расположенных радиостанций. Их сигналы «захватывают» колебания регенеративной ступени, поэтому прием слабых радиостанций становится невозможным.

Значительно лучшие результаты дают приемники, собранные по супергетеродинной схеме.

ПРИЕМНИКИ ПРЯМОГО УСИЛЕНИЯ

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРИЕМНИКА

1. Чувствительность приемника характеризует его способность принимать слабые сигналы. Чувствительность принято определять как величину ЭДС сигнала высокой частоты в антенне (или эквиваленте антенны), необходимую для получения на выходе приемника нормальной звуковой мощности.

Измерения производятся при глубине модуляции $m=30\%$. Под нормальной выходной мощностью понимается $\frac{1}{10}$ от максимальной выходной мощности приемника. Измеряется чувствительность в микровольтах (10^6 в).

2. Избирательность приемника по соседнему каналу определяет способность приемника отстраиваться при приеме какой-либо станции от передачи мешающей. Характеристику избирательности приемника при-

нято оценивать как относительное ослабление сигнала при определенной расстройке от резонанса. Обычно ослабление указывается для нескольких точек, отстоящих на 10, 20, а иногда и 30 $\mu\text{гц}$ от резонансной частоты.

3. **Ширина полосы пропускания.** Под этим параметром понимается ширина резонансной характеристики $2\Delta f$ между точками, соответствующими уменьшению чувствительности в определенное число раз.

4. **Характеристика АРЧ приемника** показывает, в какой мере поддерживается постоянство выходной мощности или напряжения на выходе приемника при изменении силы сигнала на его входе.

5. **Частотная характеристика приемника** показывает, как усиливаются различные частоты звукового спектра его низкочастотными ступенями.

6. **Кривая верности.** Так называется частотная характеристика всего приемника в целом—от антенного входа и до зажимов громкоговорителя.

7. **Коэффициент нелинейных искажений** показывает, какой процент гармоник содержится в выходном напряжении по отношению к основному тону, создаваемому чисто синусоидальным исходным напряжением. Коэффициент нелинейных искажений можно определить по формуле:

$$\gamma = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + \dots + U_n^2}}{U_1}.$$

8. **Коэффициент фона**—отношение напряжения фона (собственные шумы приемника и фон переменного тока) на выходе приемника при отсутствии модуляции к напряжению сигнала, появляющегося на выходе, если при тех же условиях промодулировать входное напряжение высокой частоты. Обычно допускается коэффициент фона порядка 1,5—2,5% при напряжении подводимого сигнала, соответствующего нормальной мощности на выходе.

Входные цепи

Входными цепями радиоприемного устройства называются цепи, связывающие его вход с управляющей сеткой первой лампы. Входная цепь должна обеспечить высокий коэффициент передачи напряжения $K = \frac{U}{E_a}$, представляющий собой отношение выходного напряжения U к внутренней ЭДС в антенне (E_a) от полезного сигнала. Входные цепи должны также обеспечить высокую избирательность, перекрытие заданного диапазона и постоянство передачи напряжения по диапазону. Схема и устройство входных цепей определяются главным образом типом применяемой антенны.

Наиболее часто встречающиеся схемы входных цепей изображены на рис. 12. На рис. 12, а приведена схема с емкостной связью, на рис. 12, б—с индуктивной связью, на рис. 12, в—с индуктивно-емкостной связью. Схема на рис. 12, г, применяется при антеннах с симметричным фидером, на рис. 12, д изображена схема с двумя связанными контурами.

Схема с емкостной связью является наиболее простой, но зато она дает большую неравномерность передачи напряжения по диапазону (кривая а, рис. 13) и уменьшенное перекрытие диапазона частот. Поэтому

применять ее можно лишь в любительских диапазонных приемниках. Емкость конденсатора связи C_1 выбирается в пределах 10—30 пф.

При индуктивной связи коэффициент передачи напряжения по диапазону получается более равномерным и имеет обратную зависимость (рис. 13, б).

Индуктивность катушки связи L_a (рис. 12, б) следует выбирать такой, чтобы собственная частота антенной цепи $f_A = 0,5 - 0,7 f_{\text{мин}}$, где $f_{\text{мин}}$ — минимальная частота поддиапазона.

Для коротких волн L_a можно определить по формуле:

$$L_a = \frac{25330}{f_{ACA}},$$

где C_A — собственная емкость антенны в пф, L_a — индуктивность катушки связи в мкгн и f_A — в мгц.

Благодаря своей простоте и хорошим качественным показателям эта схема получила широкое распространение в приемниках всех типов.

В схеме с индуктивно-емкостной связью (рис. 12, в) коэффициент передачи напряжения по диапазону получается еще более равномерным (кривая ϵ , рис. 13) и равен сумме K при емкостной и индуктивной связи. Практически емкость конденсатора связи C_1 выбирается в пределах 2—5 пф. Включение концов катушки связи L_a подбирается таким образом, чтобы действие индуктивной и емкостной связи дополнили друг друга. При намотке катушек L и L_a в одну сторону включение их концов будет соответствовать обозначениям, приведенным на рис. 12, в.

При подключении антенны с помощью фидера (рис. 12, г) необходимо обеспечить согласование фидера со входом приемника. Катушку связи L_f желательно делать возможной меньшей индуктивности. Ее индуктивность можно определить по формуле:

$$L_f = \frac{90}{\omega_0^2},$$

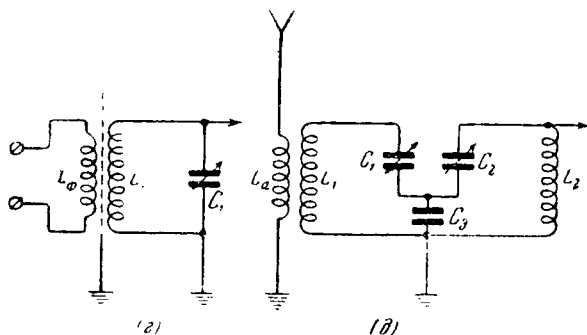
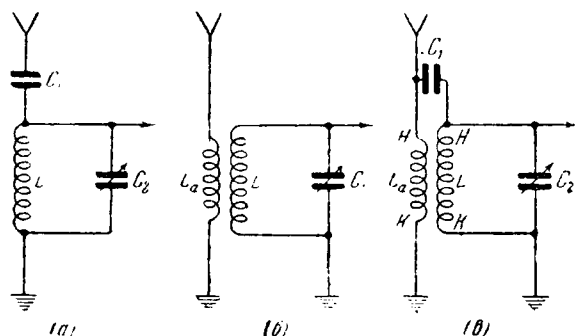


Рис. 12

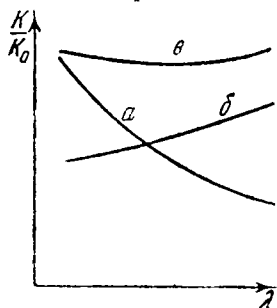


Рис. 13.

где ρ_ϕ — волновое сопротивление фидера и $\omega_0 = 2\pi f_0$ — резонансная круговая частота контура.

Чтобы асимметрия входа приемника по отношению к земле не приводила к асимметрии фидера, между катушкой связи L_ϕ и контурной катушкой L ставится заземленный сетчатый электростатический экран. Экран выполняется в виде густой сетки, сплетенной из изолированных проводников (провод ПШД 0,25—0,35), концы которых с одной стороны соединяются между собой с помощью проводника и заземляются. Вторые концы проводников остаются свободными.

На рис. 12, б приведена схема входной цепи с двумя связанными контурами.

Подключение или смена антенн вносит расстройку в антенный контур. Чем больше связь антенны с контуром, тем больше будет величина расстройки, а следовательно, меньше коэффициент K и избирательность входной цепи. Из-за этого при одноручечном управлении связь антенны с контуром приходится выбирать не слишком сильной.

При стремлении получить максимальную чувствительность приемника в антенном контуре следует установить дополнительный подстроечный конденсатор небольшой емкости. В этом случае связь контура с антенной будет определяться ухудшением его избирательных свойств за счет потерь, вносимых антенной в контур.

Наивыгоднейшей будет связь, равная половине оптимальной. При этом коэффициент передачи будет равен примерно 0,8 от максимального, а затухание контура увеличится всего лишь на 25%.

Усиление высокой частоты

Для усиления входящих сигналов в коротковолновых приемниках обычно применяется резонансный усилитель высокой частоты, каждая ступень которого содержит усилительную лампу и колебательный контур, настроенный на частоту подводимого ко входу приемника переменного напряжения от полезного сигнала.

Усилитель высокой частоты должен иметь сравнительно большой коэффициент усиления, обладать высокой избирательностью и перекрывать заданный диапазон частот.

Одним из важнейших качественных показателей резонансного усилителя является устойчивость его работы, определяющаяся тем, что при изменении питающих напряжений и смене ламп он не возбуждается и его качественные показатели изменяются в допустимых пределах.

Усиление, которое можно получить в одной ступени на коротких волнах, в большой степени зависит от частоты, качества контуров, применяемой лампы и колеблется в пределах от 5 и до 25—30 раз.

Наиболее часто применяемые схемы усилителей высокой частоты приведены на рис. 14. На рис. 14, а изображена схема ступени с непосредственным включением контура в анодную цепь лампы. Такая ступень дает большое усиление, проста по конструкции, но имеет пониженную избирательность. Применяется она главным образом в малоламповых приемниках прямого усиления. Емкости конденсатора C_2 и сопротивления R_1 выбираются обычно достаточно большими: $C_2 = 50—200$ нф, $R_1 = 1,5—2$ мгом.

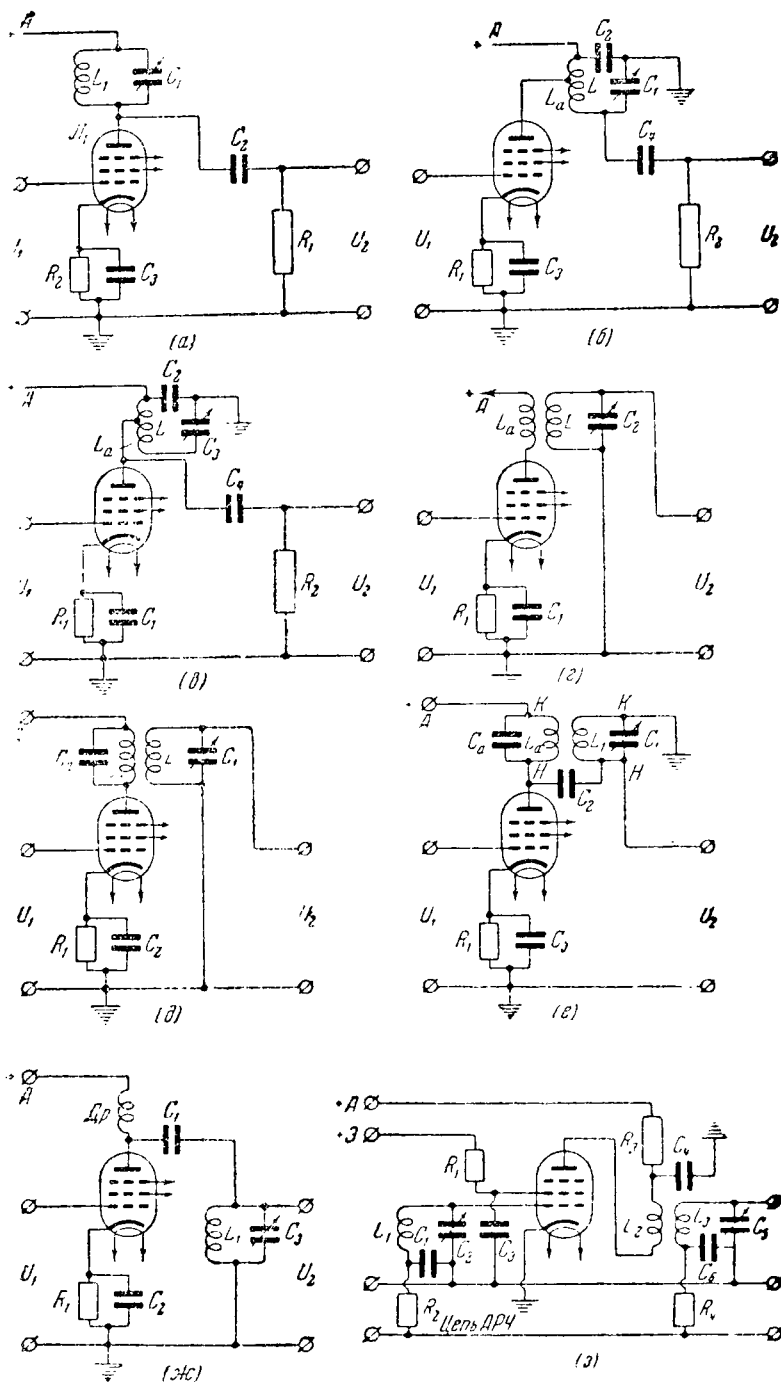


Рис. 14

На рис. 14, б и в приведены схемы с автотрансформаторным включением контура. В них в анодную цепь лампы включена не вся катушка, а лишь ее часть. Это дает возможность подобрать наивыгоднейшую связь лампы с контуром. Схему, изображенную на рис. 14, в, следует применять на самых коротких волнах коротковолнового диапазона и на УКВ, когда приходится считаться с входным сопротивлением лампы следующей ступени $R_{вх}$.

Схема с трансформаторной связью дана на рис. 14, г. Здесь также имеется возможность подобрать наивыгоднейшую связь контура с лампой. Эта схема является очень гибкой и удобной, поэтому она нашла широкое применение в радиоприемных устройствах всех типов. Ее можно рекомендовать и для любительских коротковолновых приемников.

Недостатком рассмотренных схем является большая неравномерность усиления по диапазону. В них усиление возрастает с начала диапазона и уменьшается к его концу (рис. 15, кривая 1).

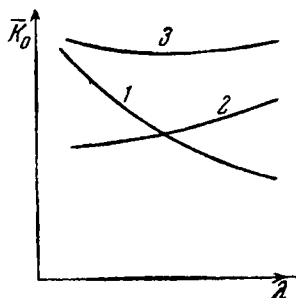


Рис. 15

Более равномерное усиление даст трансформаторная ступень с «ненастроенным» контуром в анодной цепи (рис. 14, д), причем зависимость коэффициента усиления по диапазону имеет противоположный характер (рис. 15, кривая 2). Это дает возможность в многоступенчатом усилителе скомпенсировать общую характеристику усилителя и получить постоянный коэффициент усиления в широком диапазоне частот.

Контур в анодной цепи лампы $L_a C_a$ следует настраивать на частоту в два-три раза меньшую, чем минимальная частота данного поддиапазона. В качестве конденсатора анодного контура C_a

обычно используется выходная емкость лампы и собственная емкость катушки L_a , но иногда на более длинных волнах к катушке L_a подключают еще и постоянный конденсатор емкостью в 10—30 пф.

Схема с индуктивно-емкостной связью (рис. 14, е) дает еще более равномерный коэффициент усиления по диапазону (рис. 15, кривая 3). Она образуется путем дополнения схемы с ненастроенным контуром в анодной цепи конденсатором связи C_2 емкостью в 2—4 пф. Включение катушки L_a следует производить таким образом, чтобы действие емкостной и индуктивной связи дополняло друг друга.

При намотке витков катушек L_a и L в одну сторону правильное включение их концов будет соответствовать обозначенному на рис. 14, е.

На рис. 14, жс приведена схема ступени резонансного усилителя с параллельным питанием. Такая схема включения контура исключает необходимость применения сопротивлений утечек в цепях управляющих сеток ламп, что улучшает работу тракта.

Для того, чтобы усилитель работал устойчиво и не самовозбуждался, нужно хорошо экранировать анодные и сеточные цепи каждой ступени и установить блокирующие фильтры в цепях питания. Полная схема ступени резонансного усилителя с блокирующими фильтрами в цепях питания изображена на рис. 14, з.

Наиболее устойчиво работает ступень с ненастроенным контуром в анодной цепи, так как такая ступень не может самовозбудиться.

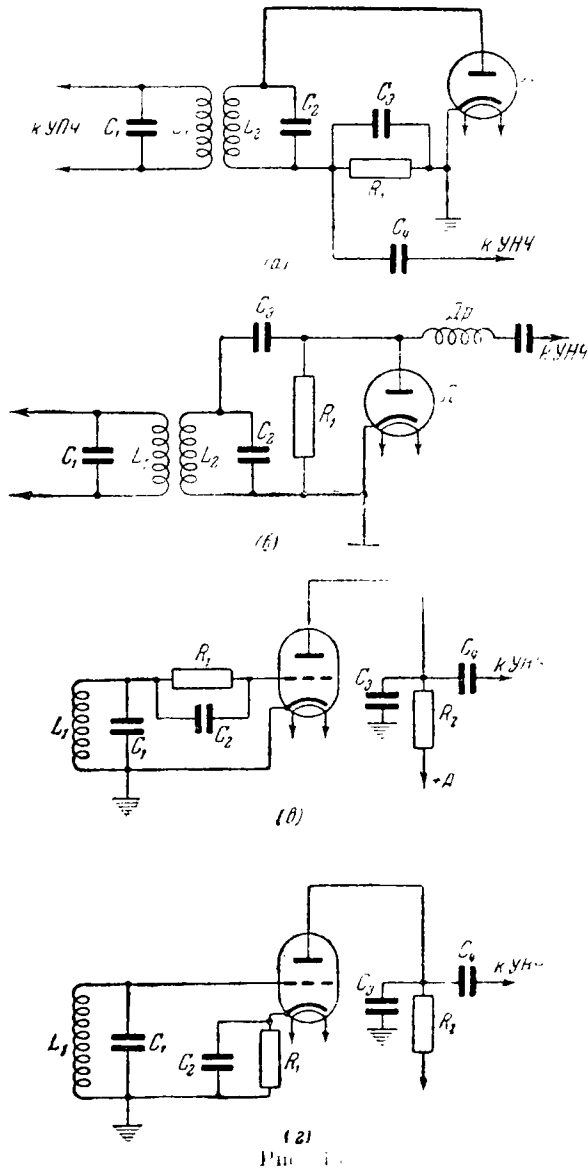
Детектирование

Детектированием называется процесс преобразования модулированного (или манипулированного) напряжения высокой частоты в напряжение и ток, частота и форма которых соответствует огибающей кривой модулированного (или манипулированного) напряжения высокой частоты от приходящих сигналов. Детектор должен обладать наибольшим коэффициентом передачи напряжения, вносить малые частотные и нелинейные искажения и, наконец, иметь высокое входное сопротивление.

Коэффициент передачи напряжения определяет, какую часть низкочастотного входного напряжения составляет напряжение низкой частоты на выходе детектора. Он обозначается буквой K .

Величина частотных искажений детектора определяется его частотной характеристикой, которая показывает зависимость коэффициента передачи K от частоты модуляции подводимого ко входу напряжения при условии, что амплитуда этого напряжения (K_{max}), его несущая частота (f_0) и коэффициент модуляции (m) остаются постоянными. Величина входного сопротивления детектора $R_{вх}$ имеет значение для определения степени нагружающего действия детектора на колебательный контур, с которого снимается переменное напряжение. Чем больше $R_{вх}$, тем меньше шунтируется контур и выше его избирательность.

Различают три основных вида детектирования:



1) диодное (рис. 16, а и 16, б), 2) сеточное (рис. 16, в) и 3) анодное (рис. 16 г).

В схеме диодного детектора ток высокой частоты выпрямляется диодом Д и проходит через нагрузочное сопротивление R_1 . Так как ток проходит через лампу только в одну сторону от анода к катоду, то на сопротивлении R_1 имеет место падение напряжения со знаком минус со стороны анода и знаком плюс со стороны катода. Амплитуда и частота этого напряжения соответствуют амплитуде и частоте огибающей модулированного напряжения высокой частоты.

Величина сопротивления R_1 выбирается обычно равной 200 000—500 000 ом. Сопротивление конденсатора C_2 должно быть незначительным на заданной частоте детектируемых колебаний по сравнению с сопротивлением R_1 , но его емкость не должна быть также и слишком большой, иначе могут появиться частотные (завал высоких частот) и даже нелинейные искажения.

Допустимую величину емкости конденсатора C_2 можно определить по следующей формуле:

$$C_2 = \frac{0,72}{\Omega_c R_1},$$

где $\Omega_c = 2\pi F_c$; F_c —высшая частота модуляции.

Обычно емкость конденсатора C_2 выбирается в пределах 100—250 пф.

Минимальная амплитуда напряжения несущей частоты для отсутствия нелинейных искажений должна быть не меньше чем

$$E_{m0} = \frac{0,1}{1-m},$$

где m —глубина модуляции.

Практически она должна быть не менее чем 0,6—1 в.

Обе схемы, изображенные на рис. 16, а и б, одинаковы за исключением входного сопротивления детектора. Для первой схемы $R_{вх} = \frac{1}{2} R_1$, а для второй — $R_{вх} = \frac{1}{3} R_1$.

Схема сеточного детектора изображена на рис. 16, в. В этой схеме промежуток — управляющая сетка-нить лампы — выполняет роль диодного детектора, нагрузкой которого является сопротивление утечки сетки R_1 . Выпрямленный постоянный ток, проходя через сопротивление R_1 , создает отрицательное смещение, а проходящие токи звуковой частоты создают на нем напряжения звуковой частоты. Эти напряжения, приложенные к управляющей сетке лампы, управляют ее анодным током по закону звуковой частоты. Таким образом, здесь детектирование в цепи сетки сочетается с усилением напряжения низкой частоты в цепи анода. Поэтому коэффициент передачи напряжения при сеточном детектировании получается значительно больше единицы и носит название коэффициента усиления детектора.

Величина сопротивления R_1 выбирается обычно равной 1,5—2 мгом, а емкость конденсатора C_2 —порядка 50—150 пф.

Схема анодного детектора изображена на рис. 16, г. Здесь для детектирования используется нижний сгиб характеристики анодного тока по сеточному напряжению. Для того, чтобы исходное положение рабочей точки соответствовало началу анодной характеристики, на сетку лампы

подается отрицательное смещение, которое большей частью делается автоматическим за счет анодного тока и сопротивления R_1 . В анодную цепь лампы включено сопротивление нагрузки R_2 , на котором выделяется напряжение звуковой частоты.

Наиболее широкое применение в современных приемных устройствах получило диодное детектирование. Основным его преимуществом является весьма малая степень нелинейных искажений. Детекторная характеристика диодного детектора имеет большой прямолинейный участок: от 0,1 до нескольких десятков вольт. Кроме того, при диодном детектировании легче осуществить в приемнике различные авторегулировки.

Детекторная характеристика сеточного и анодного детекторов имеет значительно меньший прямолинейный участок. Поэтому в отличие от диодного они легко перегружаются, что приводит к появлению больших нелинейных искажений.

При детектировании малых напряжений все рассмотренные детекторы в отношении вносимых нелинейных искажений примерно равноценны. Коэффициент нелинейных искажений при этом получается равным:

$$\gamma = 0,25 m,$$

где m — коэффициент модуляции.

В отношении же коэффициента передачи напряжения наилучшие результаты дает сеточный детектор — он обладает наивысшей чувствительностью к слабым сигналам. Поэтому сеточное детектирование широко применяется в малоламповых приемниках.

При анодном детектировании активное входное сопротивление детектора значительно выше, чем при диодном и сеточном. Это является основной причиной его широкого применения в различной измерительной аппаратуре.

В любительских коротковолновых приемниках прямого усиления и малоламповых супергетеродинах следует применять сеточное детектирование, а в приемниках более сложных — диодное.

Регенерация

Положительная обратная связь получила широкое распространение в простых малоламповых приемниках. На ее преимуществах мы уже останавливались.

Степень, в которой применена обратная связь, называется *регенерацией*.

Свойства регенеративного приемника в значительной мере зависят от того, как установлена обратная связь: до момента возникновения собственных колебаний, так называемого порога генерации, или после него.

Если обратная связь установлена до порога генерации, то потери в контуре регенеративной ступени компенсируются не полностью и генерация не возникает. Однако, поскольку потери частично скомпенсированы, эквивалентное затухание контура уменьшается, что улучшает его качества и практически приводит к повышению чувствительности и избирательности приемника.

Для получения большей чувствительности обратную связь следует устанавливать возможно ближе к порогу возникновения генерации, но не переходить его.

При приеме телеграфных радиостанций, работающих незатухающими колебаниями, обратную связь нужно установить за критической точкой, но также вблизи порога генерации, и несколько расстроить контур приемника по отношению к частоте принимаемых сигналов. В этом случае на управляющую сетку лампы действуют одновременно два синусоидальных напряжения: от приходящего сигнала и собственных колебаний, в результате чего возникают биения, которые после детектирования дают напряжения и токи низкой частоты.

Свойства регенеративной ступени

Усиление, даваемое ступенью, в сильной степени зависит от амплитуды подводимого напряжения высокой частоты. Чем больше это напряжение, тем меньшее усиление получаем со ступени.

Явление захватывания заключается в том, что при настройке на радиостанцию вначале слышимая частота биений понижается

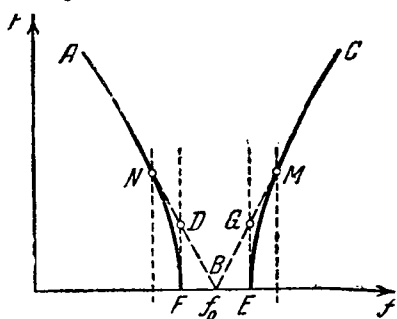


Рис. 17

по прямой AB (рис. 17), а затем, по достижении некоторой расстройки (точка D), биения сразу исчезают. Далее при изменении настройки в интервале FE биений нет. Наконец, в точке E биения возникают вновь и скачком достигают точки G . Далее частота биений увеличивается по прямой BC .

В интервале частот согласно отрезку FE , несмотря на то, что между собственной частотой контура и частотой проходящих сигналов f имеется некоторая расстройка, в контуре регенератора существуют колебания только с частотой при-

ходящих сигналов f_0 . Приходящие сигналы как бы «захватывают» и «увлекают» собственные колебания регенератора, в силу чего частота биений равна нулю, и прием телеграфных сигналов становится невозможным.

Ширина полосы захвата зависит от соотношения напряжения собственных колебаний от самовозбуждения и внешнего напряжения, вводимого в контур. Чем больше внешнее напряжение, а обратная связь слабее, тем шире получается полоса захвата.

Вот почему при наличии помех от близких по частоте громких радиостанций регенеративный приемник теряет свои избирательные свойства. Для того, чтобы несколько ослабить захватывающее действие мешающих станций и тем самым улучшить работу приемника в условиях сильных помех, следует уменьшить величину приходящих сигналов.

Мягкий и жесткий режим самовозбуждения. Существует два режима возникновения колебаний: 1) *мягкий*, когда с увеличением обратной связи колебания плавно нарастают от нуля и до определенной величины и с уменьшением так же плавно убывают, и 2) *жесткий*, когда по достижении определенной величины обратной связи генерация наступает резко, скачкообразно и затем при уменьшении обратной связи резко срывается, причем срыв колебаний происходит при меньшей величине обратной связи, чем ее возникновение.

Выбор элементов и режим работы регенеративной схемы нужно производить таким образом, чтобы в ней имело место мягкое самовозбуждение, так как при жестком самовозбуждении невозможно вести прием у порога генерации. Практически при построении регенеративных схем мягкого режима самовозбуждения добиваются экспериментальным путем, так как расчетным путем характер самовозбуждения определить трудно.

Большей частью обратная связь выполняется в детекторной ступени при сеточном детектировании (рис. 18). Поэтому регенеративную ступень нужно отрегулировать, чтобы она хорошо выполняла обе эти функции.

Выбирая режим и элементы схемы регенеративной ступени, следует величину анодного напряжения брать в пределах от 0,5 до 0,7 нормального значения, указанного в заводских данных для лампы, примененной в регенеративной ступени.

Большое влияние на режим регенератора оказывает величина отрицательного смещения на управляющей сетке лампы, которое зависит от величины сопротивления R_1 и способа его включения. При батарейных лампах лучшие результаты дает подключение его к плюсу накала (рис. 18). При подогревных оно обычно подключается к катоду.

Хорошие результаты дает способ включения сопротивления R_1 с помощью делителя напряжения (рис. 19, а). Но еще лучше включать его с помощью потенциометра (рис. 19, б и в). Эти схемы позволяют легко подбирать хороший режим генерации и детектирования.

Величина сопротивления утечки R_1 также подбирается практически. При слишком большом сопротивлении (3—4 мгом) генерация возникает

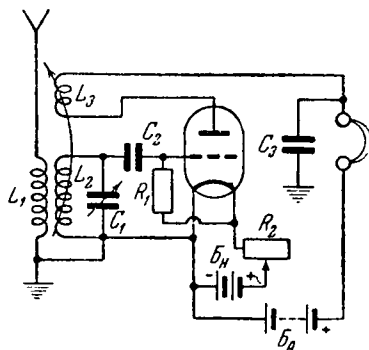


Рис. 18

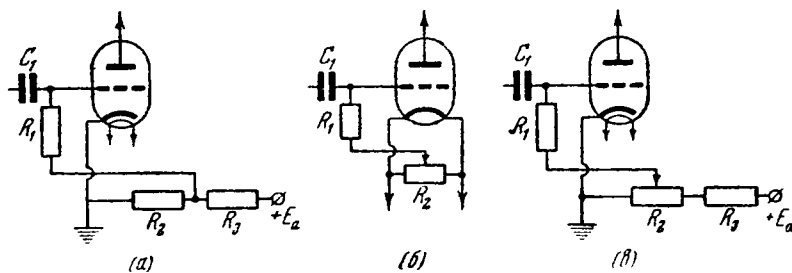


Рис. 19

мягко, но громкость приема снижается из-за плохого детектирования. При еще большей величине сопротивления R_1 может наступить прерывистая генерация. При слишком малом сопротивлении режим генерации получается жестким.

В среднем величина сопротивления R_1 обычно составляет 1—1,5 мгом и для каждого отдельного случая должна быть подобрана практически.

Включение концов катушки обратной связи

Если контурная катушка и катушка обратной связи намотаны в одном направлении, т. е. одна катушка является как бы продолжением другой, то включение концов катушек должно быть следующим: начало катушки обратной связи подключается к аноду лампы, конец—к плюсу анодного напряжения; начало контурной катушки присоединяется к катоду и конец—к управляющей сетке лампы.

Если контурная катушка и катушка обратной связи намотаны в противоположные стороны, то меняется порядок включения катушки обратной связи.

Регулировка обратной связи

Существует много различных способов регулировки величины обратной связи. Наиболее распространенные схемы регулировок показаны на рис. 20.

Простейшей является схема с подвижной катушкой (рис. 20, а), но на коротких волнах она дает неудовлетворительные результаты из-за сильного влияния величины обратной связи на настройку приемника.

Более совершенен метод регулировки обратной связи с помощью переменного конденсатора (рис. 20, б и в). Эти схемы примерно равноценны, но из конструктивных соображений предпочтительнее схемы на рис. 20, б, так как здесь подвижные пластины переменного конденсатора C_4 заземлены.

Схема с дифференциальным конденсатором (рис. 20, г) обладает существенными преимуществами по сравнению с предыдущими схемами, эта схема имеет более широкие пределы регулировки, меньшее влияние обратной связи на настройку и более равномерную и плавную регулировку.

Схемы с емкостной регулировкой имеют те недостатки, что в них обратная связь оказывает довольно заметное влияние на настройку приемника, а пределы регулировки сильно зависят от частоты принимаемой радиостанции. Почти полное устранение этих недостатков дают схемы регулировки обратной связи при помощи переменного сопротивления (рис. 21).

Наиболее удобными для практического применения в коротковолновых приемниках являются схемы, изображенные на рис. 21, а, в, г.

Недостатками регенеративных схем являются: 1) неустойчивость работы; 2) невозможность одновременного получения высокой избирательности и небольших частотных искажений; 3) простые приемники с регенеративными ступенями излучают в эфир и создают помехи окружающим радиолюбителям.

Усиление низкой частоты

Схемы усиления низкой частоты, применяемые в любительских коротковолновых приемниках, ничем не отличаются от обычных схем усиления низкой частоты, используемых в радиовещательных приемниках. Число ступеней редко бывает больше двух.

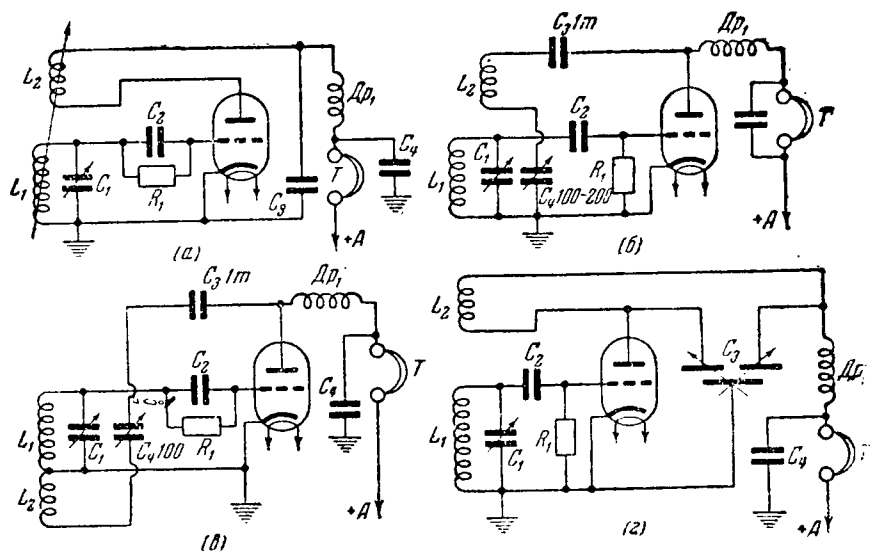


Рис. 20

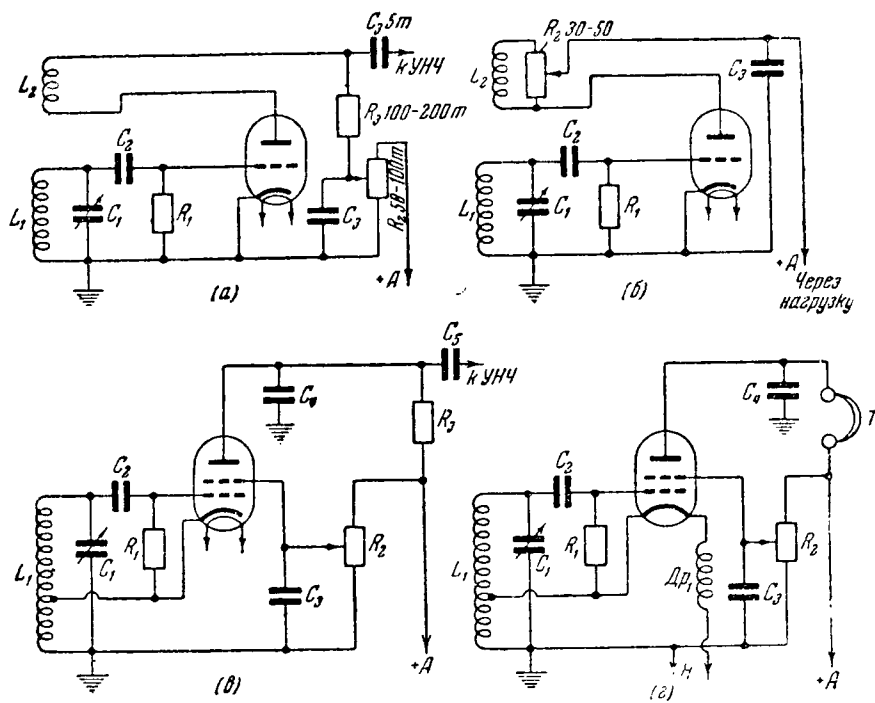


Рис. 21

Для приема на телефоны следует применять одну ступень усиления, так как при двух ступенях громкость приема будет слишком велика и утомит оператора.

Ограниченность места не позволяет нам более подробно остановиться на различных схемах усиления. Остановимся лишь на некоторых, наиболее интересных узлах схем, применяемых в любительских коротковолновых приемниках.

Известно, что чем уже полоса пропускания приемника, тем меньше мешают приему всякого рода помехи как от радиостанций, так и атмосферные и промышленные помехи и внутренние шумы приемника. Чтобы избавиться от этих помех или уменьшить их, можно сузить полосу пропускания приемника по

низкой частоте.

Для приема на слух наиболее приятным является тон с частотой порядка 600—1000 гц. Поэтому желательно для усиления телеграфных сигналов иметь частотную характеристику усилителя с ярко выраженным резонансом для выбранной частоты.

Простейший способ резонансного усиления состоит в том, что дроссель или трансформатор усилителя с помощью конден-

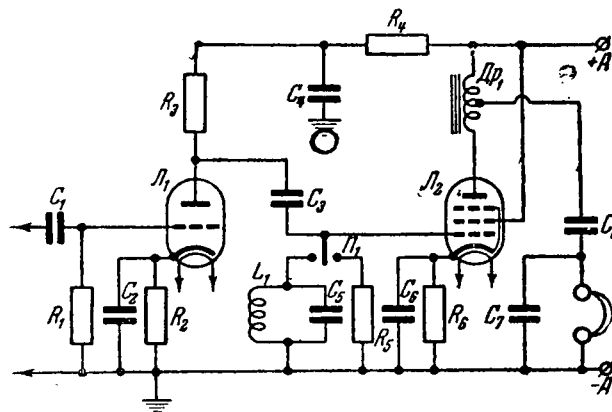


Рис. 22

сатора большой емкости (1—10 тысяч пф) настраивается на выбранную частоту.

Для улучшения резонансного усиления по низкой частоте применяются резонансные контуры и полосовые фильтры, пропускающие лишь определенную узкую полосу частот.

Схема усилителя с резонансным контуром приведена на рис. 22. Катушка фильтра L_1 состоит из четырех секций по 5 000 витков провода ПЭ 0,1 в каждой секции. Намотка ее производится на деревянной болванке диаметром в 10 мм и длиной в 45 мм, на которую для разделения секций надеваются 5 прессшановых или текстолитовых колец с внешним диаметром 40 мм. Ширина каждой секции—10 мм. Емкость конденсатора контура $C_3=11\,500$ пф.

Схемы усилителей с полосовыми фильтрами изображены на рис. 23, а и б. Расчетные формулы для этих схем следующие:

$$L_{1k} = \frac{R}{\pi(f_2 - f_1)} \text{ гн}; \quad C_{1k} = \frac{f_2 - f_1}{4\pi R f_1 f_2} \Phi.$$

$$L_{2k} = \frac{R(f_2 - f_1)}{4\pi R f_2 f_1} \text{ гн}; \quad C_{2k} = \frac{1}{\pi R(f_2 - f_1)} \Phi.$$

Сопротивление R_1 следует выбирать порядка 600 ом. Если выбрать

$f_1 = 675$ гц, $f_2 = 825$ гц, полосу фильтра $f_2 - f_1 = 150$ гц и принять сопротивление $R = 600$ ом, получим следующие данные:

Индуктивности — $L_{1\kappa} = 0,96$ гн; $L_2 = 0,036$ гн.

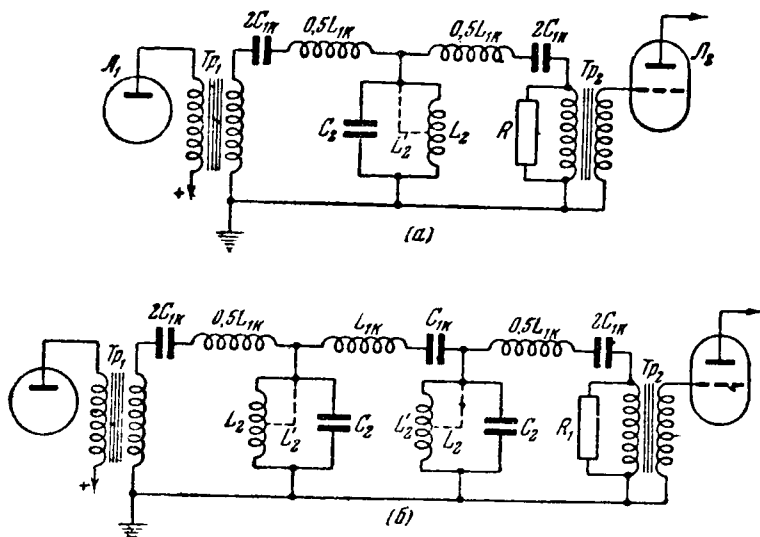


Рис. 23

Емкости — $C_{1\kappa} = 0,048$; $C_2 = 1,3$ мкф. При включении катушки L_2 автотрансформатором, что дает лучшие результаты (показано пунктиром), $L_2 = 0,76$ гн; $L_2^1 = 0,036$ гн и $C_2 = 0,0265$ мкф.

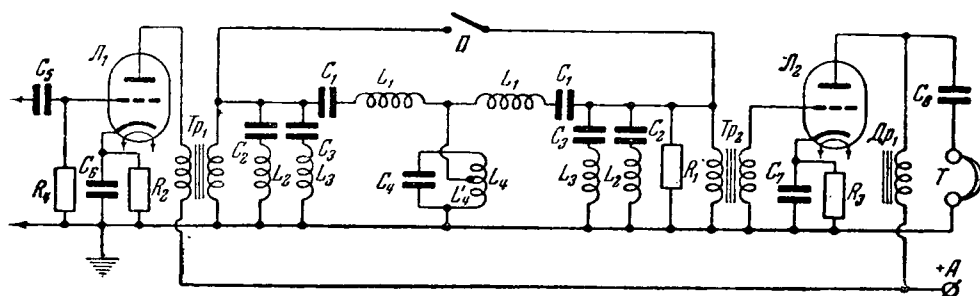


Рис. 24

Прекрасные результаты дает усилитель с комбинированным полосовым фильтром, состоящим из звена постоянной K , рассчитанным ранее (рис. 24).

Его данные следующие:

Индуктивность катушек $L_1 = 0,72$ гн.

$L_2 = 0,785$ гн; $L_3 = 0,66$ гн; $L_4 = 0,76$ гн; $L_4^1 = 0,0358$ гн.

Конденсаторы: $C_1 = 0,642$ мкф; $C_2 = 0,0284$ мкф; $C_3 = 0,0383$ мкф; $C_4 = 0,0265$ мкф.

При приведенных данных он настроен на частоту в 750 гц и имеет полосу пропускания около 140 гц.

Трансформатор Tr_2 в схемах, приведенных на рис. 24 и 25,—любой междудамповый трансформатор, Tr_1 —рассчитывается как обычный выходной трансформатор, но на сопротивление нагрузки R_1 .

В качестве лампы $Л_1$ для лучшего согласования фильтра желательно применять триод, причем $\alpha = \frac{R_a}{R_i}$ выбирать при расчетах, близким к единице.

В усилителях низкой частоты применяют также фильтры для уничтожения свиста интерференции, получающегося при приеме телефонной станции вследствие помех от станции, работающей на близкой частоте. Схема такого фильтра приведена на рис. 25. Зажимы ab включаются параллельно входу или выходу усилителя низкой частоты.

Данные такого фильтра на частоты от 1 000 до 9 000 гц следующие:

$L = 1$ гн; $C_1 = 460-500$ пф; $C_2 = 450$ пф; $C_3 = 900$ пф.

Катушка L выполняется на деревянном каркасе диаметром 25 мм и имеет три секции по 1 825 витков провода ПЭ 0,25. Размеры каждой секции: внутренний диаметр 25 мм, ширина намотки и расстояние между секциями—6,5 мм.

Контурные катушки фильтров лучше всего выполнить на тороидных альсиферовых сердечниках (рис. 26). Количество витков определяется по формуле:

$$W = A \sqrt{\frac{L_{\text{мгн}}}{B}} \quad \text{диаметр провода} \quad d = \frac{B}{\sqrt{W}}.$$

Коэффициенты A и B для различных сердечников приведены в таблице на стр. 117.

Катушки можно также выполнить на стандартном трансформаторном железе небольшого размера или изготовить совсем без железа.

Количество витков в катушке, наматываемой на железном сердечнике, может быть рассчитано по формуле:

$$W = 10^4 \sqrt{\frac{L_1 l_{\text{мс}}}{400 \cdot Q_{\text{ж}}}},$$

где L —индуктивность катушки,

$l_{\text{мс}}$ —средняя длина силовой линии,

$Q_{\text{ж}}$ —сечение сердечника.

$Q_{\text{ж}} = 0,85 Y_1 \cdot Y_2$ (рис. 27).

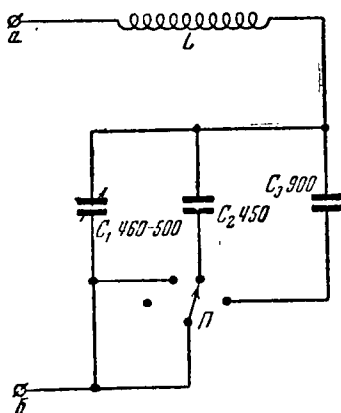


Рис. 25

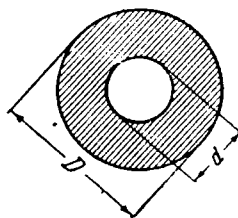


Рис. 26

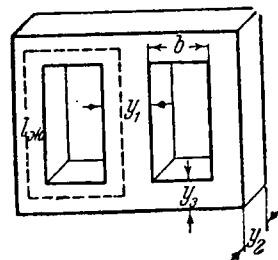


Рис. 27

Хорошие результаты при резонансном усилении дают специальные схемы, содержащие только сопротивления и конденсаторы.

Одна из таких схем изображена на рис. 28. Она представляет собой мостик из RC , настроенный на частоту около 1 000 гц, который включается в цепь отрицательной обратной связи усилителя.

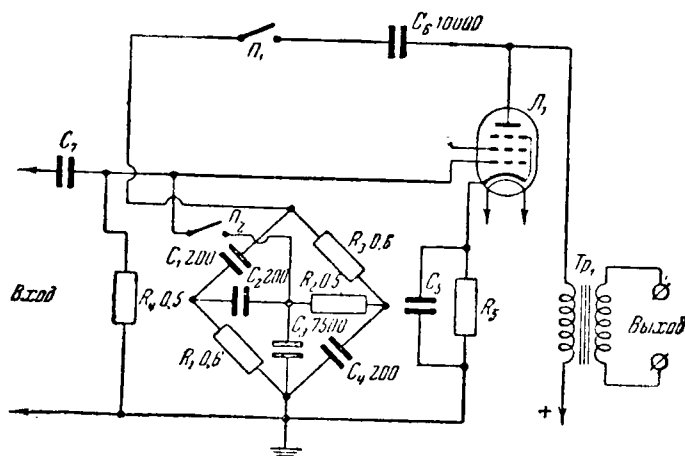


Рис. 28

Более совершенной является схема, в которой использована как отрицательная, так и положительная обратные связи (рис. 29).

Здесь вместо колебательного контура используется генератор на RC , работающий в недовозбужденном режиме.

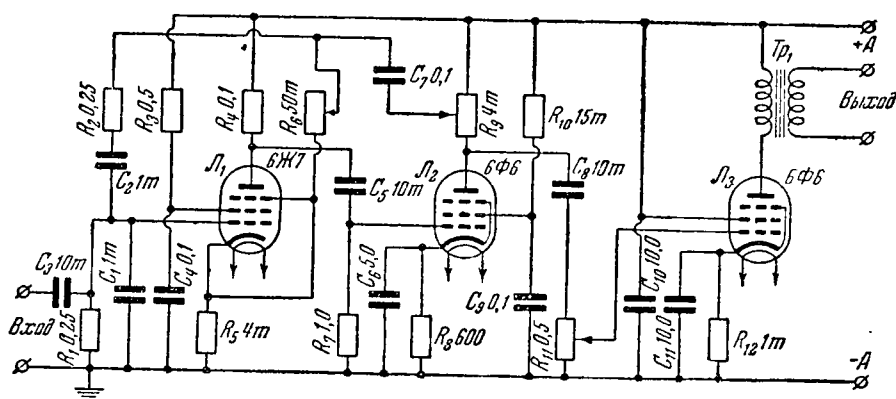


Рис. 29

Применение подобных схем позволяет строить колебательные цепи без громоздких деталей, обладающие высокой стабильностью и ярко выраженными резонансными свойствами. В отличие от обычного недовозбужденного лампового генератора в этих схемах изменение питающих напряжений, смена ламп, а также перестройка системы с одной частоты на дру-

кую не вызывают паразитного самовозбуждения и резкого ухудшения резонансных свойств. Резонансная частота системы определяется величиной сопротивлений $R_1 = R_2$ и конденсаторов $C_1 = C_2$.

$$F = \frac{1}{2\pi RC} \text{ гц.}$$

Здесь C берется в фарадах. Величиной R или C задаемся.

При расчете величины сопротивления R_1 следует учитывать, что в схеме приемника параллельно сопротивлению оказывается включенным сопротивление нагрузки лампы усилителя низкой частоты R_n и ее внутреннее сопротивление R_i , что уменьшает общее сопротивление цепи.

Изменением величины положительной (R_0) или отрицательной (R_0) обратной связи можно легко изменять ширину полосы в широких пределах, а сделав переменными C или R , можно менять и резонансную частоту системы.

В схеме первые две лампы являются собственно генератором на RC , а третья—усилителем низкой частоты. Цепь $R_1 R_2 C_1 C_2$ является цепью положительной обратной связи, а $R_5 R_6$ —отрицательной.

СУПЕРГЕТЕРОДИНЫ

Особенности супергетеродинной схемы

подавляющее большинство современных приемников выполняется по супергетеродинным схемам. В отличие от приемников прямого усиления, в которых основное усиление производится на частоте принимаемого сигнала, в супергетеродинных приемниках частота приходящего сигнала преобразовывается в другую, для коротковолновых приемников более низкую частоту, которая носит название промежуточной частоты.

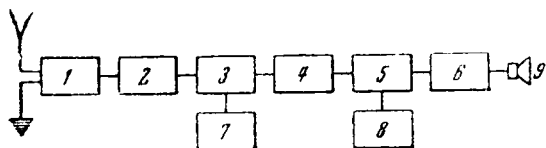


Рис. 30

Основными преимуществами супергетеродина перед приемниками прямого усиления являются: повышенная чувствительность, повышенная избирательность при малой величине частотных искажений, постоянство чувствительности и избирательности приемника по диапазону, возможность применения различных авторегулировок и, наконец, большая простота настройки. Особенно большой выигрыш в чувствительности и избирательности дают супергетеродины при приеме коротких волн.

На рис. 30 изображена блок-схема радиоприемного устройства супергетеродинного типа. Здесь: 1—входная ступень (преселектор), 2—усилитель высокой частоты, 3—смеситель, 4—усилитель промежуточной частоты, 5—второй детектор, 6—усилитель низкой частоты, 7—первый гетеродин, 8—второй гетеродин, 9—громкоговоритель.

Повышенная чувствительность и избирательность супергетеродина обусловлена тем, что основное усиление в нем производится не на частоте

сигнала, а на более низкой фиксированной промежуточной частоте, что позволяет построить усилитель промежуточной частоты с желаемой характеристикой по чувствительности, избирательности и полосе пропускания.

Назначение преобразователя частоты—преобразовывать модулированное (или маневрированное) напряжение высокой частоты от принимающего сигнала в напряжение промежуточной частоты без изменения частоты модуляции и формы огибающей кривой.

Характерной особенностью супергетеродина является то, что, кроме основной радиостанции, на волну которой настроен приемник, на том же делении шкалы он может принять также и радиостанцию, частота которой на две промежуточные частоты выше (если частота гетеродина выше частоты принимаемого сигнала) или ниже (если частота гетеродина ниже частоты принимаемого сигнала) частоты основной принимаемой радиостанции.

Если не принять соответствующих мер, то от этих вторых, так называемых зеркальных, или симметричных, радиостанций могут возникнуть сильные помехи, которые будут значительно затруднить прием.

Для борьбы с зеркальными помехами в супергетеродинном приемнике устраивается входное устройство. Кроме того, зеркальные помехи ослабляются и в ступенях усиления высокой частоты, имеющих по бокам от контуры, настроенные на частоту принимаемой радиостанции.

Таким образом, для супергетеродинного приемника следует добавить еще один параметр: избирательность приемника по зеркальному каналу.

Избирательность приемника по зеркальному каналу характеризует величину ослабления симметричной помехи, частота которой отстоит на две промежуточные частоты от частоты принимаемой радиостанции.

Назначение усилителя промежуточной частоты—усилить поступающее на входе преобразователя напряжение промежуточной частоты до величины, необходимой для нормальной работы детектора.

Предварительное усиление высокой частоты необходимо для повышения уровня сигнала над уровнем внутренних шумов приемника. Без такого усилителя супергетеродина сильно «шумит».

При проектировании супергетеродина необходимо решить четыре основные задачи: 1) выбрать промежуточную частоту, схему и данные усилителя промежуточной частоты; 2) выбрать схему и данные усилителя высокой частоты; 3) распределить усиления между элементами приемника; 4) выбрать схему преобразователя частоты.

При выборе промежуточной частоты следует руководствоваться следующими соображениями:

- а) промежуточная частота не должна лежать в диапазоне принимаемых частот;
- б) она не должна быть близкой к частоте местных радиостанций;
- в) если промежуточная частота слишком высока, то избирательность при заданной полосе будет небольшой;
- г) при очень низкой промежуточной частоте возникает опасность помех со стороны зеркального канала, а также станций, работающих на частотах $f_{\Gamma} + \frac{1}{2}f_n$; $f_{\Gamma} + \frac{1}{3}f_n$; f_{Γ} , и т. д. Здесь f_{Γ} —частота гетеродина; f_n —промежуточная частота.

Обычно в коротковолновых приемниках применяют промежуточную частоту $f_{\text{пр}} = 450\text{—}470 \text{ кГц}$; $730\text{—}1\,600 \text{ кГц}$.

В любительских приемниках высокого класса с узкой полосой пропускания для получения высокой избирательности по соседнему и зеркальному каналам часто применяют двойное преобразование частоты.

Блок-схема такого приемника изображена на рис. 31. Здесь: 1—входное устройство, 2—усилитель высокой частоты, 3—первый смеситель, 4—усилитель первой (более высокой) промежуточной частоты, 5—второй смеситель, 6—усилитель второй промежуточной частоты, 7—детектор, 8—усилитель низкой частоты, 9—первый гетеродин, 10—второй гетеродин, 11—третий гетеродин, 12—динамик или телефон.

Первая промежуточная частота выбирается высокой (от 460 кГц до $3\text{—}4 \text{ мГц}$), благодаря чему легко подавляется помеха по зеркальному каналу. Вторая промежуточная частота берется относительно низкой ($130\text{—}50 \text{ кГц}$).

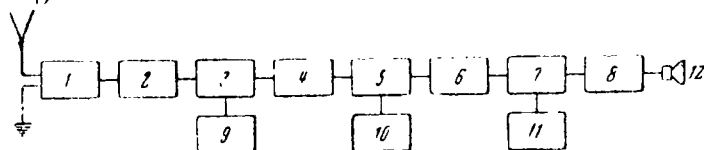


Рис. 31

При конструировании приемников с двойным преобразованием частоты необходимо, чтобы гармоники 2-го гетеродина, а также комбинационные частоты гетеродинов приемника не оказались в диапазоне принимаемых частот. Поэтому приемники с двойным преобразованием легче делать диапазонами. Такие приемники дают очень хорошие результаты.

Ослабление симметричной и других помех, создающих в преобразователе комбинационные частоты, близкие к $f_{\text{пр}}$, может быть достигнуто улучшением избирательности в ступенях высокой частоты.

В коротковолновых приемниках супергетеродинного типа применяется обычно от одной до трех ступеней усиления по высокой частоте.

При распределении усиления можно руководствоваться следующими соображениями: требуемое напряжение сигнала на сетке оконечной лампы определяется выходной мощностью и типом оконечной лампы. Напряжение на входе детектора желательно брать достаточно большим ($3\text{—}10 \text{ в}$). Зная напряжение звуковой частоты на выходе детектора, можно рассчитать требуемое усиление по низкой частоте.

Усиление по высокой частоте не должно быть слишком большим, так как при большом усилении на входе преобразователя частоты возрастут напряжения как принимаемой, так и мешающей станций, что приведет к увеличению перекрестных искажений, возникающих в преобразователе. Возрастут также и помехи со стороны станций, работающих на частотах $f_{\text{г}} \pm \frac{1}{n} f_{\text{пр}}$, где n —любое целое число.

Но чем больше усиление по высокой частоте, тем лучше получается соотношение сигнала к внутренним шумам приемника. Поэтому в коротковолновых приемниках, предназначенных для дальнего приема, желательно иметь отдельную ручку регулировки усиления по высокой частоте.

Выбор схемы преобразователя частоты

Выбор схемы преобразователя частоты и режима его работы имеет огромное значение для получения хорошей работы супергетеродина.

В широкополосных приемниках в качестве преобразовательной лампы широкое распространение получила лампа типа 6А8. Эта лампа имеет сравнительно высокую крутизну преобразования $S_{\text{ш}}$ и, следовательно, большое усиление преобразовательной ступени. Однако применение в коротковолновых приемниках лампы 6А8 не может быть рекомендовано, так как на коротких волнах она работает неудовлетворительно. С ней получается явление затягивания, и, кроме того, с укорочением волны быстро падает крутизна преобразования и уменьшается входное сопротивление лампы.

Значительно лучше в качестве преобразователя работает лампа 6SA7 (6AL7). На коротких волнах эта лампа обеспечивает более устойчивую работу приемника и меньшую зависимость частоты гетеродина при изменении напряжения на управляющей сетке.

В схеме преобразователя частоты с лампой 6SA7 (рис. 32) лучшие результаты дает гетеродин, собранный по трехточечной схеме с заземленным анодом. Роль анода здесь выполняет экранирующая сетка, так как специального электрода, являющегося анодом гетеродина, в лампе нет.

Особенно хорошие результаты в отношении стабильности работы дают преобразователи с отдельным гетеродином. Здесь в качестве смесителя можно применить лампы 6C17, 6SA7. Схемы преобразователей с этими лампами даны на рис. 33,а и рис. 33,б.

В тех случаях, когда промежуточная частота выбирается высокой (1 000 кГц и выше), желательно применять односеточное преобразование (рис. 34,а и рис. 34,б), так как уровень шумов при этом получается минимальным.

Схема рис. 34,а может быть применена для любого случая, схема же, данная на рис. 34,б,—лишь в диапазонном приемнике. В качестве смесителя можно применить любой высокочастотный пентод (6ЖК7, 6СК7, 6К7, RV-12P2 000 и др.). Лучшие результаты дают телевизионные пентоды с высокой крутизной—6AC7, 1 851 и др.

При выборе режима смесительной лампы нужно учитывать следующее: 1) необходим высокий коэффициент усиления; 2) низкий уровень интерференционных свистов и перекрестных искажений; 3) низкий уровень внутренних шумов по отношению к уровню сигнала; 4) экономичность в отношении потребления энергии от источников питания.

Перечисленные требования противоречат друг другу. С точки зрения получения минимальных перекрестных искажений и интерференционных

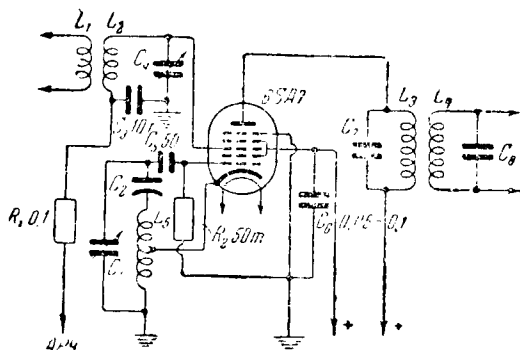


Рис. 32

свистов напряжение сигнала с гетеродина следует брать возможно меньшим. В то же время для получения большего усиления напряжение, снимаемое с гетеродина, должно быть возможно большим. Также возможно большими должны быть напряжения сигнала гетеродина для увеличения отношения уровня сигнала к уровню шумов приемника.

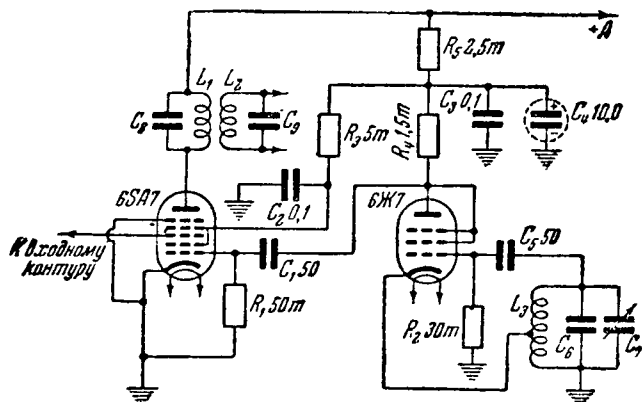


Рис. 33,4

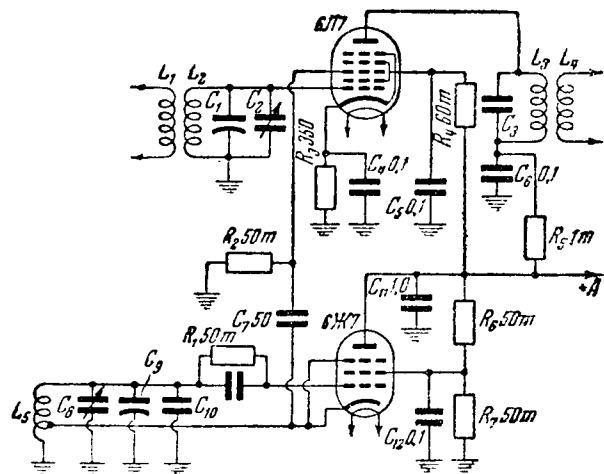


Рис. 33,6

В зависимости от того, какие требования являются наиболее важными, следует выбирать то или иное напряжение, снимаемое с гетеродина. Для лампы 6Л7 переменное напряжение на ее гетеродиной сетке выбирает порядка 10—15 в. Напряжение от приходящего сигнала может колебаться в пределах от нескольких десятков микровольт до десятых долей вольта, но его не следует брать более чем 0,2 в.

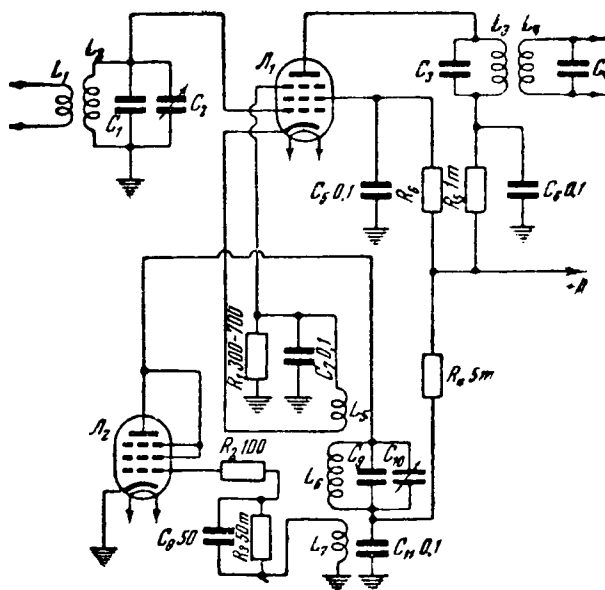


Рис. 34, а

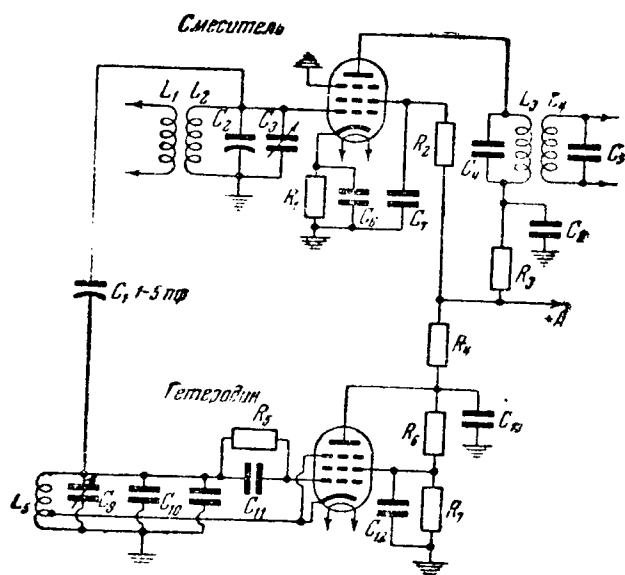


Рис. 34, б

Крутизна преобразования рассчитывается по формуле:

$$S_{\text{пр}} = \frac{S_{\text{макс}} - S_{\text{мин}}}{4},$$

где $S_{\text{макс}}$ —максимальная и $S_{\text{мин}}$ —минимальная крутизна выбранного режима (рис. 35).

Коэффициент усиления преобразователя определяется так же, как и усилителя промежуточной частоты, но вместо крутизны S в формулу ставится крутизна преобразования $S_{\text{пр}}$.

Для улучшения избирательности приемника, в малоламповых супергетеродин

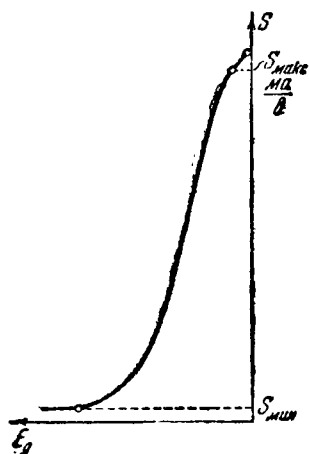


Рис. 35

нах в преобразовательной ступени применяют иногда положительную обратную связь. Качество деталей и монтажа в этом случае должно быть особенно высоким. Мы, однако, считаем, что в любительском коротковолновом приемнике, стабильность работы которого должна быть особенно высока, следует избегать применения положительной обратной связи в преобразователе. Лучше применить ступень усиления по высокой частоте, которая даст лучшие результаты и наладить которую значительно легче.

Выбор схемы и подбор режима работы гетеродина необходимо производить так, чтобы гетеродин устойчиво генерировал в заданном диапазоне частот и давал колебательное напряжение, достаточное для нормальной работы смесительной лампы; имел бы минимальное количество гармоник и генерировал достаточно стабильную частоту. Индуктивность и емкость контура гетеродина выбираются из расчета перекрытия заданного диапазона частот и из соображений, связанных с одноручечной настройкой приемника (сопряжения).

Сопряжение контуров

Для обеспечения высокой чувствительности приемника в диапазоне частот и заданной избирательности по зеркальному каналу емкости переменных конденсаторов настройки высокочастотных и гетеродинной ступеней необходимо подобрать таким образом, чтобы при любом положении шкалы настройки разность настройки этих контуров составляла по возможности одну и ту же величину, равную выбранной промежуточной частоте. Эта задача решается с помощью специальных выравнивательных конденсаторов, включаемых параллельно и последовательно конденсатору настройки контура гетеродина.

Емкость этих конденсаторов рассчитывается по соответствующим формулам, а окончательная подгонка сопряжения производится полупеременными конденсаторами небольшой емкости. Такой способ дает точное сопряжение в трех точках каждого поддиапазона—в начале, в середине и в конце. Однако в остальных точках диапазона разница в настройке полу-

чаются настолько незначительной, что практически приемники дают полную избирательность и чувствительность по всему диапазону.

На рис. 36 даны наиболее часто применяемые схемы сопряжения. При промежуточной частоте в 460 кГц для коротковолнового поддиапазона емкость конденсатора C_2 равна 4 500 пф, конденсатор C_3 выполняется в виде триммера емкостью в 5—30 нф.

В любительских диапазонахных приемниках специального сопряжения контура гетеродина можно не производить,

так как при столь узком перекрытии по диапазону (1,03—1,06) необходимая разность настроек контуров сохраняется.

При конструировании приемника с растянутыми диапазонами необходимое сопряжение контуров следует выполнять так, как это описано в главе «Растянутые диапазоны».

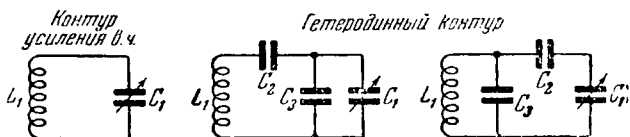


Рис. 36

Усилители промежуточной частоты

В качестве усилителя промежуточной частоты супергетеродина часто всего применяют полосовые усилители. Резонансная кривая полосового усилителя по форме близка к идеальному прямоугольнику, т. е. такой усилитель одинаково усиливает напряжение определенной полосы частот, за пределами же этой полосы усиление резко падает.

Схемы полосовых усилителей приведены на рис. 37:

a—ступень с непосредственной связью первого контура полосового фильтра с лампой; *b*—с автотрансформаторной связью и *в*—с трансформаторной связью.

При непосредственной связи первого контура полосового фильтра с лампой усиление, даваемое ступенью, получается максимальным, но контур оказывается сильно шунтированным лампой, что значительно ухудшает качество контура и тем самым сильно понижает его избирательность. Кроме того, такие усилители склонны к самовозбуждению. Поэтому схемы с непосредственным включением контура применяются лишь в простых супергетеродинных приемниках, имеющих только одну ступень усиления промежуточной частоты. В остальных же случаях применяются схемы с автотрансформаторным или трансформаторным включением контура, в которых путем изменения степени связи можно легко подобрать наилучшую связь контура с лампой.

В полосовых усилителях можно в более полной мере удовлетворить двум противоречивым друг другу требованиям: малой степени частотных искажений и высокой избирательности. В отличие от резонансных усилителей они почти исключительно строятся с фиксированной настройкой.

К полосовым усилителям предъявляются следующие требования: они должны иметь большой коэффициент усиления; хорошую избирательность; вносить минимальные искажения; быть устойчивыми в работе; стабильными в настройке; экономичными; иметь запас электрической и механической прочности и, наконец, должны быть просты в настройке.

Коэффициент усиления полосового усилителя может колебаться в широких пределах: от нескольких десятков и до нескольких сотен тысяч, в зависимости от назначения усилителя. Усиление на ступень может быть от 40 до 120—140, в зависимости от применяемых ламп и резонансной частоты.

В полосовых усилителях различают частотные, фазовые и нелинейные искажения.

Степень частотных искажений характеризуется полосой пропускания и уровнем, на котором она отсчитывается. Полоса пропускания является

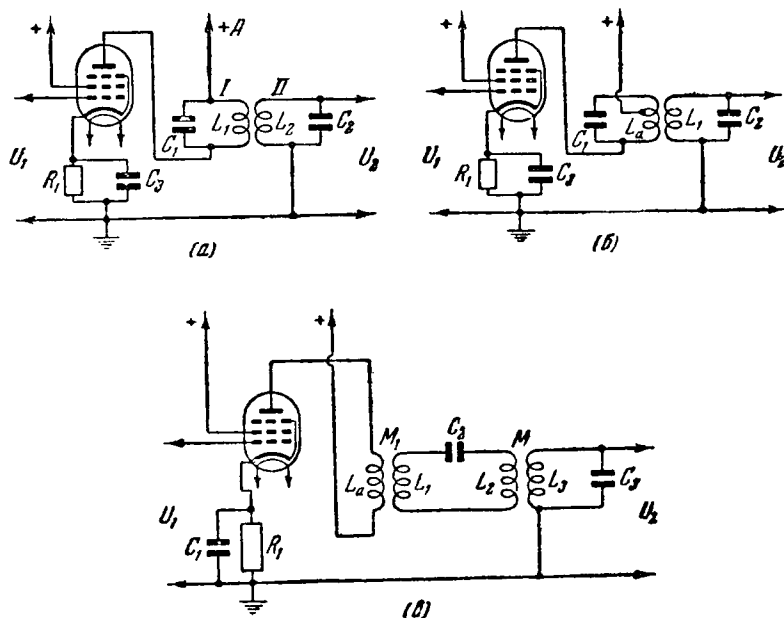


Рис. 37

одним из основных показателей полосового усилителя. Ее ширина зависит от назначения усилителя. Для любительских коротковолновых приемников полосовой усилитель желательно выполнять с переменной полосой пропускания, регулируемой в пределах от 100—150 гц до 5—7 кГц.

Нелинейные искажения в полосовых усилителях обычно получаются небольшими, а фазовые искажения для слухового приема не имеют значения.

Весьма важным требованием к полосовым усилителям является сохранение хорошей формы резонансной кривой при смене ламп и изменении питающих напряжений.

Основные изображения для выбора элементов усилителя промежуточной частоты

Важнейшим этапом расчета является правильный выбор емкости контуров. Брать слишком большие емкости нецелесообразно, так как это уменьшает коэффициент усиления. Брать слишком малые емкости

также нельзя, потому что при смене лампы форма резонансной кривой будет нарушаться.

Емкость контуров определяется по формуле:

$$C = (1,25 \div 2,5) \frac{f_{\text{пр}}}{\Delta f} \Delta C,$$

где $f_{\text{пр}}$ — промежуточная частота; Δf — ширина полосы пропускания, причем f и Δf должны быть выдержаны в одних и тех же единицах; $\Delta C \approx 0,2 (C_{\text{вх}} + C_{\text{вых}})$ — составляет примерно 20% от суммарной входной и выходной емкости лампы.

В полосовых усилителях вещательных приемников, где качество контуров не очень высокое, емкости выбираются в пределах 100—200 пф. У профессиональных и любительских коротковолновых приемников емкость конденсатора контура колеблется от 200 до 800 пф.

По найденным емкостям определяется индуктивность контурных катушек трансформаторов:

$$L_{\text{конт}} = \frac{2,53 \cdot 10^{10}}{f_{\text{кит}}^2 \cdot C_{\text{ф}}}.$$

Качество контуров нужно стремиться выбрать таким, чтобы кривая резонанса полосового усилителя имела наивыгоднейшую, близкую к прямоугольной, форму. Требуемое качество контуров зависит от их общего количества в усилителе.

Взяв ориентировочно число пар контуров (трансформаторов промежуточной частоты) по заданному уровню $\frac{K_{\text{мин. общ.}}}{K_{\text{макс. общ.}}}$, на котором отсчитывается полоса пропускания, определяем уровень на каждую пару контуров, пользуясь формулой:

$$\frac{K_{\text{мин}}}{K_{\text{макс}}} = \sqrt[n]{\frac{K_{\text{мин. общ.}}}{K_{\text{макс. общ.}}}}.$$

Обычно принимают $\frac{K_{\text{мин. общ.}}}{K_{\text{макс. общ.}}} = 0,7$; n — число пар контуров.

Далее по графикам (рис. 38 и 39) определяются вспомогательные параметры η и ξ , а по ним вычисляется затухание каждого контура:

$$d = \frac{4}{\xi \eta} \cdot \frac{\Delta f}{f_{\text{пр}}}.$$

Чтобы получить более узкую полосу и высокую избирательность, необходимо применять катушки очень хорошего качества. Связь между контурами должна быть выбрана так, чтобы она одновременно удовлетворяла двум противоречивым требованиям: хорошей избирательности и заданной полосе пропускания. Так, при слишком слабой связи получается малое усиление и плохая форма резонансной кривой. При слишком же сильной связи кривая резонанса приобретает двугорбый вид с глубоким провалом в середине, что приводит к понижению избирательности и увеличению частотных искажений.

Наивыгоднейшую величину связи приходится подбирать практически при налаживании приемника.

Выбирая связь между контуром и анодной цепью лампы, необходимо учитывать, что слишком слабая связь приводит к малому усилению,

снимаемому со ступени, а слишком сильная — к резкой деформации кривой при изменении питающих напряжений и при смене ламп, к понижению избирательности и неустойчивой работе усилителя.

Непосредственное включение контура допускается лишь в случае, если одновременно выполняются условия:

$$P = \frac{Z_r}{R_i} < 0,25 \quad \text{и} \quad \omega C_{ag} S Z_r^2 < (0,18 \div 0,32).$$

Первое условие необходимо, чтобы обеспечить высокую избирательность контуров, второе — чтобы усилитель не самовозбуждался. Если хотя бы одно из этих условий не выполняется, то нужно выбирать трансформаторную или автотрансформаторную связь лампы с контуром.

При трансформаторном включении собственная частота контура в анодной цепи, состоящего из катушки L_a и емкости, слагающейся из собственной емкости катушки L_a , выходной емкости лампы и емкости

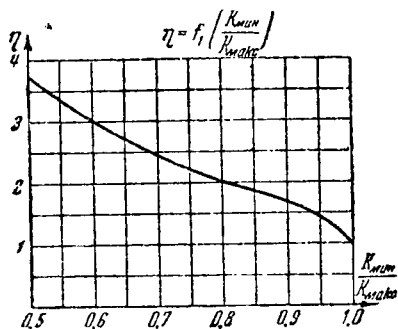


Рис. 38

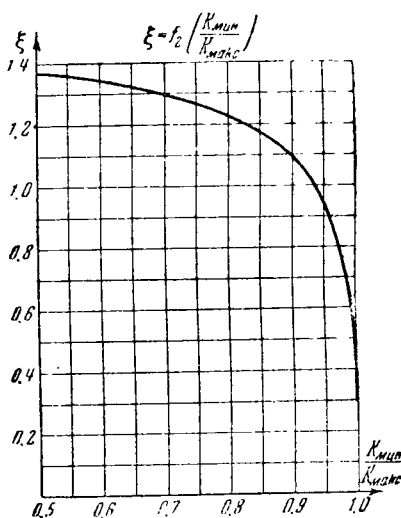


Рис. 39

монтажа, должна отличаться в 2—3 раза от резонансной частоты настройки усилителя.

При автотрансформаторной связи лампы с контуром на частотах до 100—130 кГц в анодную цепь лампы включается обычно от $\frac{1}{2}$ до $\frac{1}{2}$ катушки контура, на более высоких частотах — от $\frac{1}{2}$ до $\frac{3}{4}$.

Повысить избирательность усилителя промежуточной частоты можно, применяя усилители с сосредоточенными электрическими фильтрами (рис. 40) вместо обычных полосовых.

Сосредоточенный электрический фильтр представляет собой систему связанных контуров. Он отличается от обычного полосового фильтра лишь тем, что связанных контуров в нем больше двух. При изготовлении такого фильтра можно использовать контуры от любого трансформатора промежуточной частоты или какие-либо другие, настроенные на промежуточную частоту. Связь между контурами удобнее всего сделать емкостную, используя в качестве конденсатора связи триммер емкостью в 5—30 пф. Для осуществления связи в контурах, примерно от одной третьей части витков, от заземленного конца делаются отводы.

Настроенных контуров для фильтра лучше всего брать 5—8 штук. Сосредоточенный электрический фильтр включается, как правило, в анодную цепь преобразователя частоты.

Для повышения чувствительности и избирательности приемника в малоламповых супергетеродинах применяют иногда положительную обратную связь. Несколько схем включения обратной связи приведены на рис. 41. Схема с обратной связью (рис. 41, а) в цепи катода проста

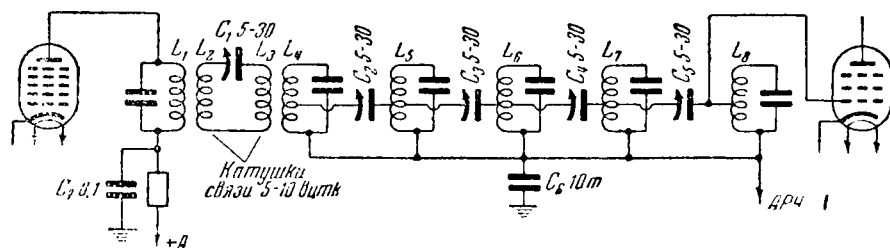


Рис. 40

и часто применяется любителями. Схема, приведенная на рис. 41, б, более сложна, но она легче налаживается и более стабильна в работе. Катушка обратной связи L_1 имеет 20—25 витков.

Основным недостатком приемников с положительной обратной связью в ступени усилителя промежуточной частоты является неустойчивость их работы. Малейшее изменение питающих напряжений приводит к резкому изменению формы резонансной кривой и коэффициента усиле-

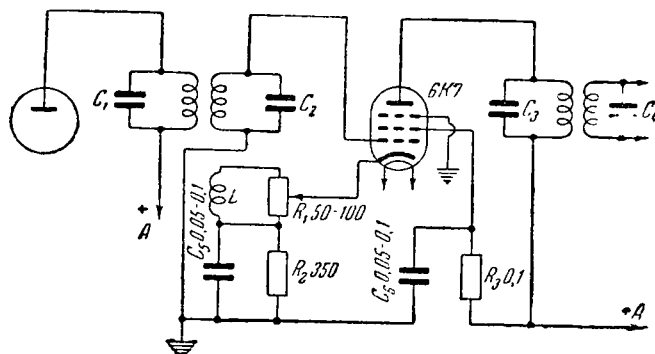


Рис. 41, а

ния, вплоть до самовозбуждения. Кроме того, применение обратной связи дает большие частотные искажения при приеме телефонных станций.

Представляет интерес схема ступени усилителя низкой частоты, где одновременно применены положительная и отрицательная обратные связи (рис. 42). Отрицательная обратная связь осуществляется в цепи катода за счет падения напряжения промежуточной частоты на сопротивлении R_2 . Положительная обратная связь включена по обычной схеме (катушка L). При регулировке схемы положительную обратную связь следует установить так, чтобы на частоте $f_{\text{пр}}$ она бы полностью компен-

сировала отрицательную, но не превышала ее. Тогда устойчивость работы усилителя на резонансной частоте не изменится, но избирательность его значительно повысится.

Таким способом можно легко добиться добротности контура порядка 1000 при хорошей, устойчивой работе усилителя. Дальнейшее увели-

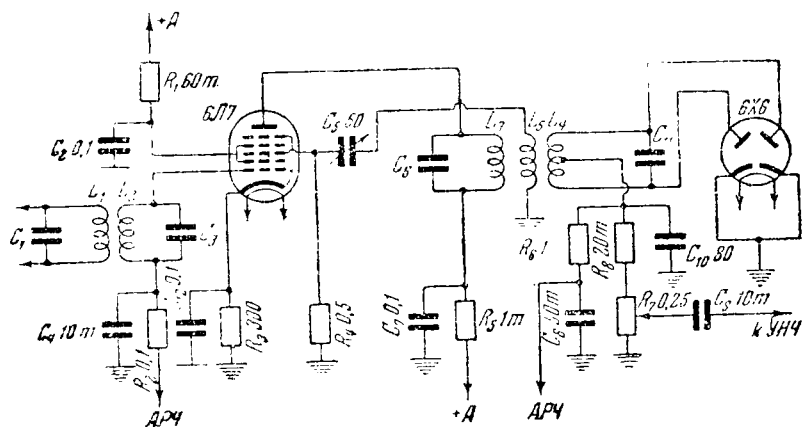


Рис. 41, б

чение положительной обратной связи нежелательно, так как это хотя и повышает чувствительность и избирательность приемника, но в то же время уменьшает его стабильность. Особенно хорошие результаты дает эта схема при приеме телеграфных станций.

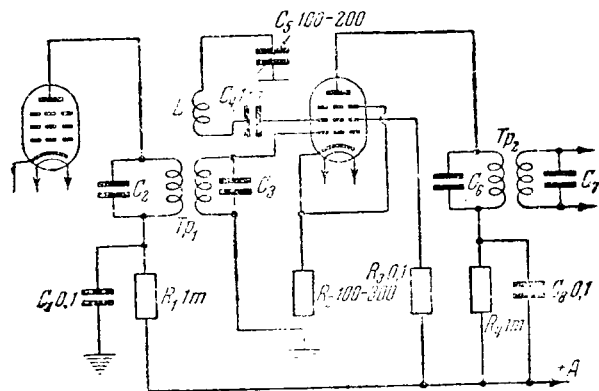


Рис. 42

Значительно повысить избирательность приемника можно, применив в усилителях промежуточной частоты только отрицательную обратную связь. Для этого включают в цепь катода лампы два колебательных контура, один из которых настраивается на частоту более высокую, чем промежуточная частота, а другой — на низшую (рис. 43). Разность настроек этих контуров определит полосу пропускания приемника. Изме-

няя одновременно в разные стороны настройки этих контуров, можно менять полосу пропускания приемника.

Эта схема дает хорошие результаты как при приеме телеграфных, так и телефонных станций. Ее следует применять при низкой промежуточной частоте (50—100 кГц).

Кварцевые фильтры

Для получения узкой «телеграфной» полосы в усилитель промежуточной частоты включают кварцевый фильтр.

Кварцевый фильтр обеспечивает полосу в 100—200 гц при очень высокой избирательности, что значительно снижает всякого рода помехи и резко улучшает отношение уровня сигнала к уровню шумов. Кроме того, что очень важно, кварцевый фильтр дает возможность легко «вырезать» мешающую радиостанцию, даже если ее частота всего на несколько десятков герц отличается от частоты принимаемой станции, а уровень помехи превышает уровень полезного сигнала.

Основным элементом кварцевого фильтра является пластинка, вырезанная из кристалла кварца. Для любителейских целей можно применить любой кварц, имеющий заданную резонансную частоту и не имеющий побочных горбов в пределах примерно ± 30 кГц от резонансной частоты.

Наибольшее распространение в приемных устройствах получили мостовые схемы кварцевого фильтра; одна из таких схем приведена на рис. 44. Емкость балансирующего конденсатора C_6 подбирается таким образом, чтобы ток, текущий через него в цепь нагрузки, компенсировал ток, проходящий через емкость, включенную параллельно кристаллу и образованную емкостью кварцедержателя и монтажа. Отвод А берется точно от середины.

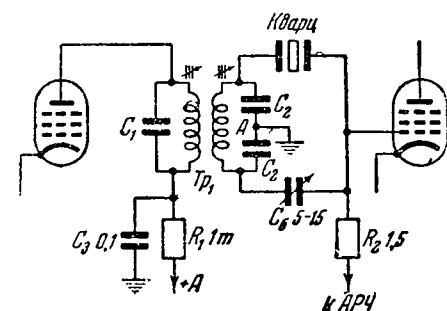


Рис. 44

В качестве конденсатора C_6 лучше всего использовать подстроечный конденсатор с воздушным диэлектриком емкостью от 5 до 20—30 пф.

На рис. 45, а и б показано влияние емкости балансирующего конденсатора на общее сопротивление кварцевой цепи и на форму резонансной кривой. Токи, проходящие через кварцевую цепь и цепь балансирующего конденсатора, находятся в противофазе и, следовательно, будут вычитаться друг из друга. Поэтому в точке пересечения кривых f_2^1 проводимость схемы будет равна нулю, т. е. частота f_2^1 явится режекторной частотой фильтра. При изменении емкости конденсатора кривая C_6 нач-

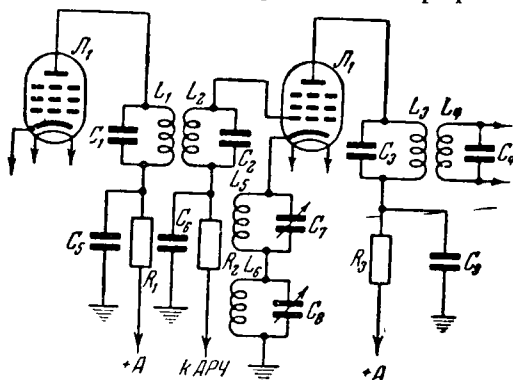


Рис. 43

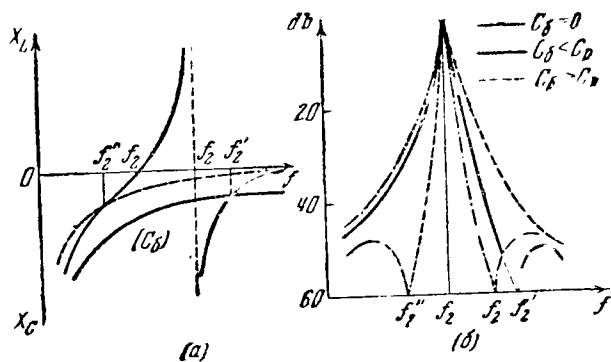


Рис. 45.

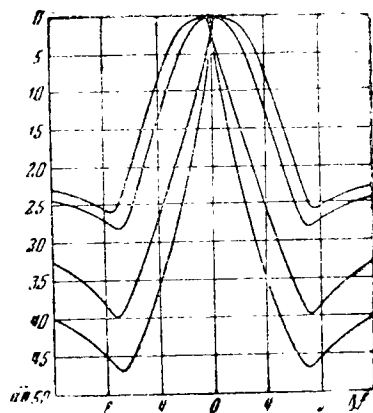


Рис. 46

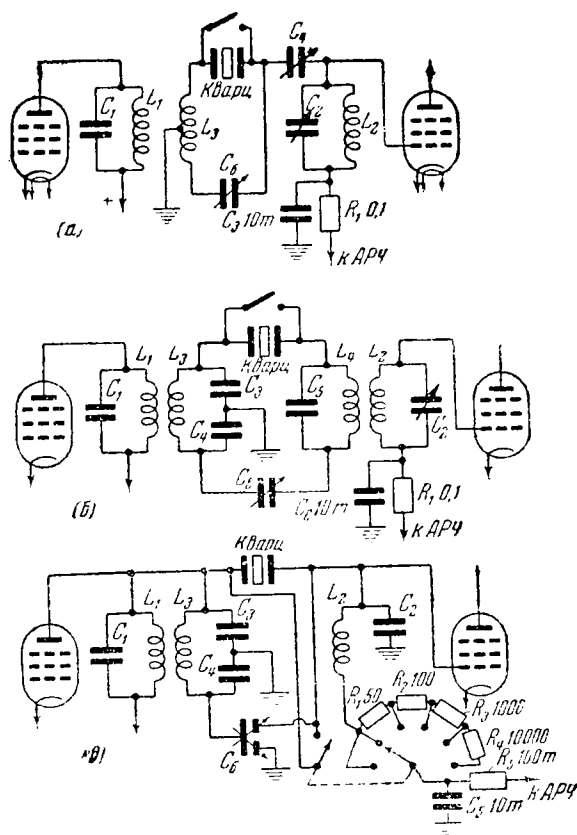


Рис. 47.

нет подниматься или опускаться, отчего начнет изменяться и режекторная частота, причем она будет выше или ниже резонансной настолько, насколько емкость конденсатора C_6 больше или меньше емкости, требуемой для баланса.

Таким образом, меняя емкость балансирующего конденсатора, мы сможем установить точку f_1 на мешающую станцию и тем самым почти полностью «вырезать» помеху.

Регулировка ширины полосы осуществляется путем изменения формы резонансной кривой (рис. 46), что может быть достигнуто расстройкой фильтра. Это достигается, во-первых, расстройкой параллельного плеча L_2C_2 (рис. 47, а и б) и, во-вторых, включением активных сопротивлений последовательно в одну из обмоток трансформатора промежуточной частоты (рис. 47, в).

В первом случае наиболее широкая полоса получается при настройке параллельного контура фильтра в резонанс. При небольшой расстройке контуров полоса сужается и усиление растет за счет уменьшения активных потерь, вносимых контурами в цепь кварца.

Во втором случае полоса сужается с введением в контур активного сопротивления, причем усиление незначительно падает.

При обоих способах регулировки удается получить плавное или скачкообразное изменение полосы в пределах от нескольких килогерц до 100—200 гц.

При изготовлении фильтра особое внимание следует обращать на качество его деталей.

Односигнальный прием

В приемниках с кварцевым фильтром легко удается получить хороший односигнальный прием. Сущность его заключается в том, что при подходе к настройке на станцию вначале (как и на обычном приемнике) мы слышим сигнал с высоким тоном биений, которые затем постепенно понижаются до нулевых. Но после нулевых биений станция пропадает. Таким образом, в приемнике с кварцевым фильтром слышна только одна боковая частота биений.

При прохождении диапазона в обратном направлении станции появляются неожиданно и сразу же с полной громкостью.

Почти полная односигнальность в приемниках с кварцевым фильтром достигается путем установки режекторной частоты на вторую боковую полосу. И без того ослабленная из-за узкой полосы зеркальная частота биений при этом оказывается полностью вырезанной.

Меняя частоту второго гетеродина и емкость балансирующего конденсатора, можно переносить односигнальность с одной боковой стороны принимаемой станции на другую, чем часто удается значительно снизить количество помех.

Автоматическая регулировка чувствительности (АРЧ)

Задачей АРЧ является поддержание приблизительно постоянного уровня напряжения на выходе приемного устройства при значительном изменении напряжения на его входе.

Схема простого АРЧ приведена на рис. 48. Выпрямленное детектором напряжение приходящего сигнала подается на управляющие сетки ламп регулируемых ступеней.

Коэффициент усиления приемника K может быть выражен как $K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \dots = S_1 Z_{oe1} \cdot S_2 Z_{oe2} \cdot S_3 \cdot Z_{oe3} \dots = A \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 \dots$, где K_1 — коэффициент усиления первой ступени, S_1 — крутизна лампы первой ступени и т. д.

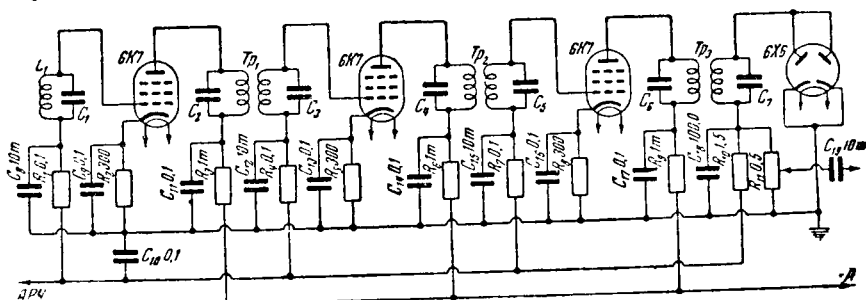


Рис. 48

Выпрямленное детектором напряжение пропорционально величине подводимого сигнала. Поэтому, подавая минус выпрямленного напряжения на сетки регулируемых ламп, можно автоматически мешать их крутизну и, следовательно, общее усиление приемника.

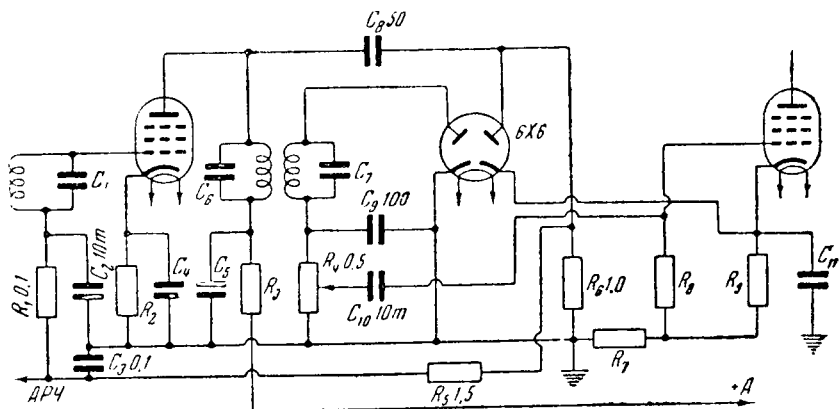


Рис. 49

Практически применяются несколько различных схем АРЧ. Простейшая схема АРЧ, изображенная на рис. 48, обладает существенным недостатком. В ней регулировка усиления производится при любом уровне сигнала, поэтому даже при слабом сигнале чувствительность приемника уже оказывается значительно пониженной за счет действия АРЧ, что, конечно, является нежелательным. Такая схема носит название АРЧ без задержки.

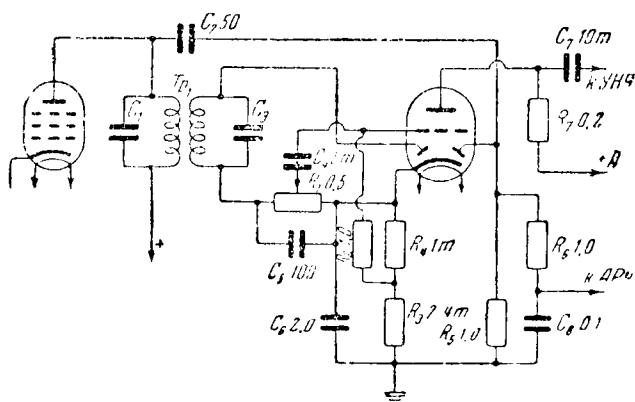


Рис. 50

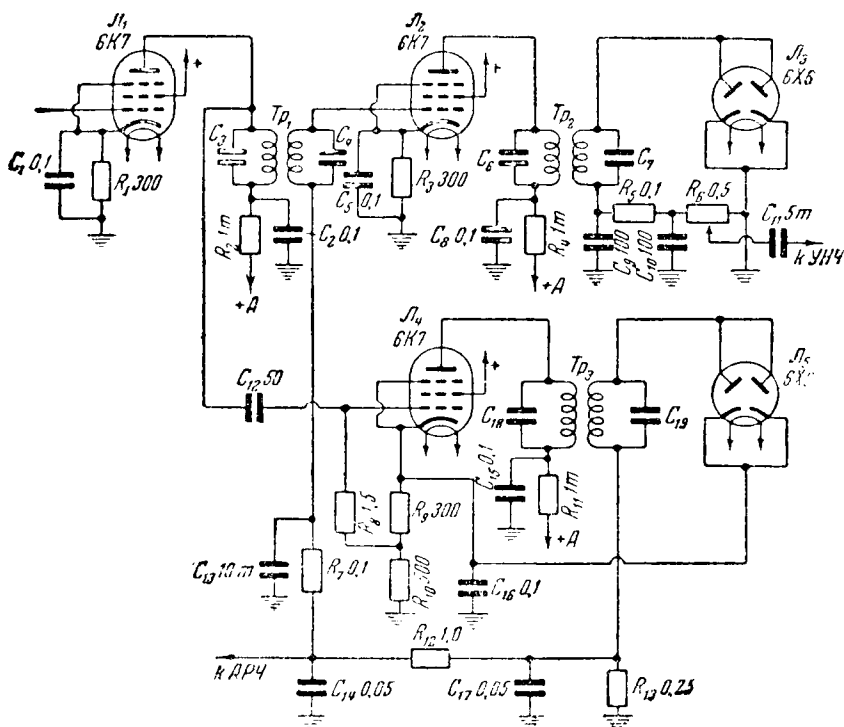


Рис. 51, а

Лучшие результаты дает схема АРЧ с задержкой (рис. 49 и 50). В этих схемах действие АРЧ начинается тогда, когда приходящий сигнал достигнет лишь некоторого уровня, величина которого определяется величиной положительного напряжения, поданного на катод второго диода. Таким образом, при слабых сигналах эта схема дает полное усиление.

В том случае, когда снимаемое с детектора напряжение оказывается недостаточным для регулировки, применяют схемы усиленного АРЧ

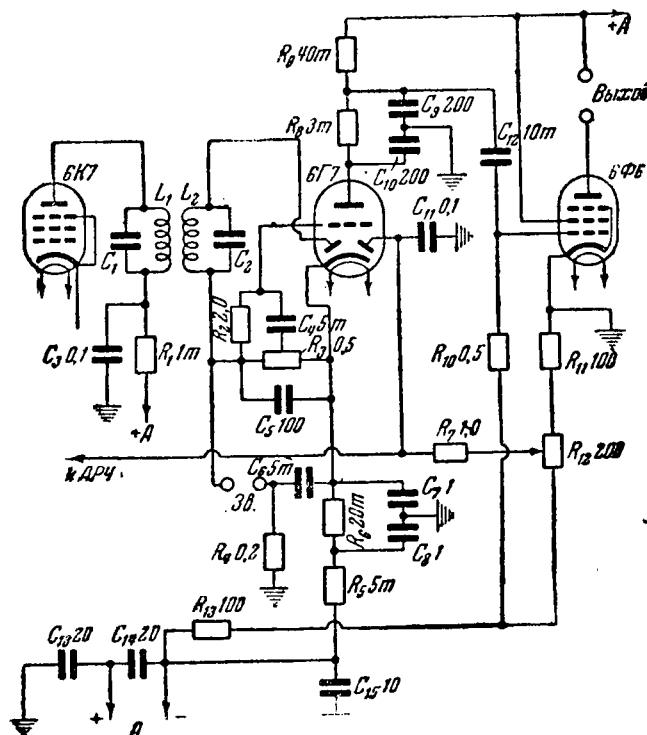


Рис. 51. б

с задержкой (рис. 51, а и б). В первой схеме дополнительное усиление производится на промежуточной частоте путем применения отдельной дополнительной ступени усиления. Усиленное для АРЧ напряжение промежуточной частоты подается на отдельный диод, выпрямляется и затем поступает на сетки регулируемых ламп.

Во второй схеме усиление производится по постоянному току, причем в качестве усилителя используется лампа первой ступени усилителя низкой частоты.

При расчете АРЧ бывают заданными две величины:

$$\frac{U_{\text{вх. макс.}}}{U_{\text{вх. мин.}}} = m \text{ и } \frac{U_{\text{вых. макс.}}}{U_{\text{вых. мин.}}} = p.$$

Расчет целесообразно начинать с определения изменения усиления, которое должна дать АРЧ.

$$\frac{K_{\text{макс}}}{K_{\text{мин}}} = \frac{m}{P}.$$

Строим для примененных ламп кривую $\sigma = S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 \dots S_n = f(E_g)$, где E_g — отрицательное напряжение смещения на управляющих сетках. Затем, задаваясь исходным смещением $E_{g0} \approx 3$ в, определяем для этого смещения $\sigma_{\text{общ. мин.}}$. Потом находим

• общ. мин

$$\sigma_{\text{общ. мин.}} = \frac{\sigma_{\text{общ. макс.}}}{\frac{m}{P}}.$$

По кривой (рис. 52) определяем величины $E_{g \text{ макс}}$ и $\Delta U_p = E_{g \text{ макс}} - E_{g0}$, где ΔU_p — регулирующее напряжение, развиваемое АРЧ, а $E_{g \text{ макс}}$ — максимальное смещение, соответствующее минимальному усилению приемника ($K_{\text{мин}}$).

Напряжение задержки

$$E_2 = \frac{\Delta U_p}{P - 1}.$$

Минимальное переменное напряжение на входе детектора АРЧ:

$$U_{\text{макс мин}} = E_2 = \frac{\Delta U_p}{P - 1};$$

максимальное —

$$U_{\text{макс макс}} = E_2 + \Delta U_p.$$

В случае, если при заданном входном напряжении не может быть обеспечено требуемое для регулировки напряжение промежуточной частоты на входе детектора, следует увеличить число регулируемых ступеней или применить усиленное АРЧ, расчет которого аналогичен приведенному, но с учетом особенности примененной схемы.

Данные элементов фильтрующей цепи R_{ϕ} и C_{ϕ} определяются из условия, чтобы постоянная времени τ для телефонной работы составляла 0,05—0,2 сек, а для телеграфной — 0,1—1 сек.

$$\tau = R \cdot C,$$

где τ — в секундах; R — в омах и C — в фарадах.

Борьба с помехами

Основным фактором, определяющим минимальную напряженность поля, необходимую для удовлетворительного приема, являются всякого рода помехи. Помехи бывают: промышленные, атмосферные и от внутренних шумов приемника.

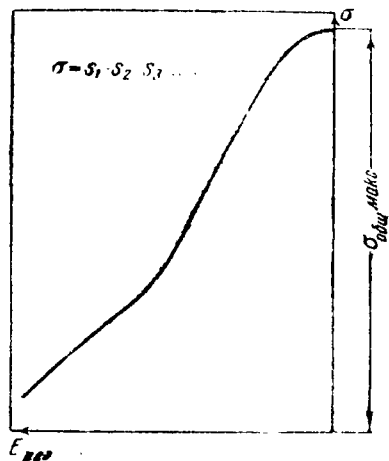


Рис. 52

По своему характеру все виды помех могут быть разбиты на две группы: периодические, или «гладкие», и импульсные помехи.

Промышленные помехи обычно носят импульсный характер. Атмосферные помехи могут быть обоих видов. Внутренние шумы относятся всегда к типу «гладких» помех.

При приеме в больших городах минимальная напряженность поля определяется в основном уровнем промышленных помех. В сельских местностях на волнах длиннее 20 м главную роль играют атмосферные помехи, а на волнах короче 20 м необходимая напряженность поля определяется в основном внутренними шумами приемника.

Проектируя приемную радиостанцию, необходимо выбрать такую схему приемного устройства и антенну, которые улучшили бы качество приема, повышали бы чувствительность приемника, сделали радиостанцию более «дальнобойной» и сводили бы до минимума всевозможные помехи.

Борьба с промышленными и атмосферными помехами

Как правило, промышленные помехи располагаются в основном у поверхности земли и крыш зданий. С удалением от земли уровень помех быстро падает, и на высоте 30—40 м они оказываются значительно ослабленными. Поэтому для борьбы с помехами в крупных городах следует применять специальные антишумовые антенны (описание их см. ниже).

Апериодические (гладкие) помехи можно представить как сигналы передатчика, излучающего одновременно более или менее равномерно все частоты от нуля до бесконечности. Следовательно, борьба с такими помехами должна идти по пути сокращения полосы пропускания приемника. Эта мера особенно эффективна при радиолюбительском телеграфном обмене, когда передача производится незатухающими колебаниями, а скорость обмена невелика.

Помехи, возникающие от систем зажигания в двигателях внутреннего сгорания, телефонных аппаратов АТС, грозовых разрядов и т. д., представляют собой электрические импульсы, продолжительность которых не превосходит 0,001 сек. Амплитуда таких помех часто в 15—20 раз превосходит уровень сигнала, и прием становится совершенно невозможным.

Существует много различных схем, подавляющих импульсные помехи. Среди них наилучшие результаты дают схемы, работающие у детекторной ступени приемника или непосредственно за ней. По характеру ослабления импульсов помех схемы можно разделить на следующие группы.

1. Ограничители помех, т. е. схемы, уменьшающие амплитуду помехи до уровня наивысшей амплитуды сигнала.

2. Схемы, уменьшающие до нуля общее напряжение от помехи и сигнала на выходе приемника в момент действия помехи.

3. Схемы, сводящие напряжение от помехи к той величине сигнала, какую он имел в момент появления помехи.

Ограничители помех наиболее эффективно действуют при приеме телеграфных станций. Схема простейшего ограничителя с ручной регулировкой порога ограничения приведена на рис. 53. Здесь первый диод

работает в качестве второго детектора приемника, а второй служит для ограничения. Регулировка порога ограничения производится потенциометром R_3 путем подачи отрицательного напряжения на анод второго диода.

Процесс ограничения происходит следующим образом. Выпрямленный первым диодом ток промежуточной частоты создает на сопротивлении

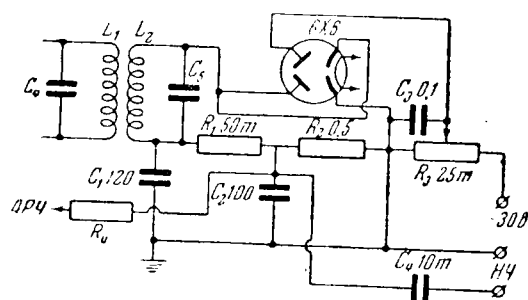


Рис. 53

нагрузки $R_1 + R_2$ напряжение, минус которого находится со стороны контура, а плюс — со стороны катода диода. При возрастании напряжения на контуре $L_2 C_2$ и достижении его амплитуды до величины отрицательного напряжения на аноде второго диода последний откроется и выпрямленный им ток потечет через ту же цепь нагрузки, но в направлении, противоположном току первого диода. Так как закон изменения

силы тока в зависимости от напряжения для диодов одинаков, то общий ток в цепи, равный их разности, с дальнейшим увеличением переменного напряжения на контуре после открытия второго диода изменяться не будет и, следовательно, не будет изменяться и напряжение на сопротивлении нагрузки, т. е. его амплитуда будет ограничена.

На рис. 54 дана схема, позволяющая ограничивать амплитуду обоих полупериодов переменного напряжения. Эта схема может быть с успехом применена как в высокочастотной, так и в низкочастотной части приемника.

Схемы ограничителей с постоянным во времени порогом ограничения не могут дать большого эффекта подавления помех при приеме телефонии. В этом случае их применение может быть оправдано только благодаря чрезвычайной простоте.

Схемы второй группы при приеме телефонных сигналов дают значительно лучшие результаты. Простейшая схема подавителя вырезающего помеху, изображена на рис. 55. Она отличается от схемы, приведенной на рис. 54, лишь включением дополнительного сопротивления R_2 в цепь детектирующего диода.

В результате включения этого сопротивления коэффициент полезного действия детектирующего диода становится меньшим, чем второго диода. Поэтому при превышении амплитуды напряжения на контуре напряжения на аноде второго диода возрастание тока, проходящего через второй

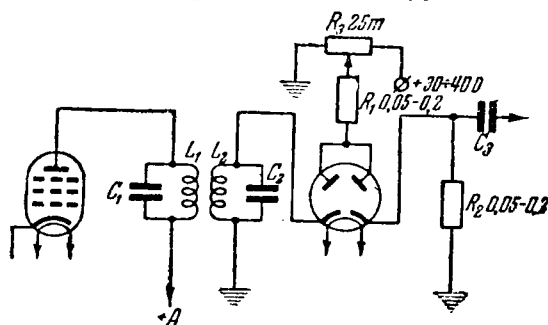


Рис. 54

диод, будет происходить быстрее, чем через первый. Таким образом, результирующий ток в цепи, а следовательно, и напряжение на нагрузке при дальнейшем увеличении напряжения на контуре будут уменьшаться.

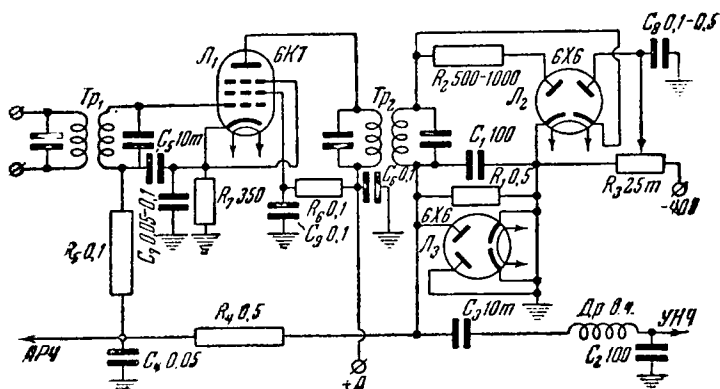


Рис. 55

Поэтому, когда напряжение помехи значительно превышает напряжение сигнала, напряжение на нагрузке будет равным нулю и помеха окажется

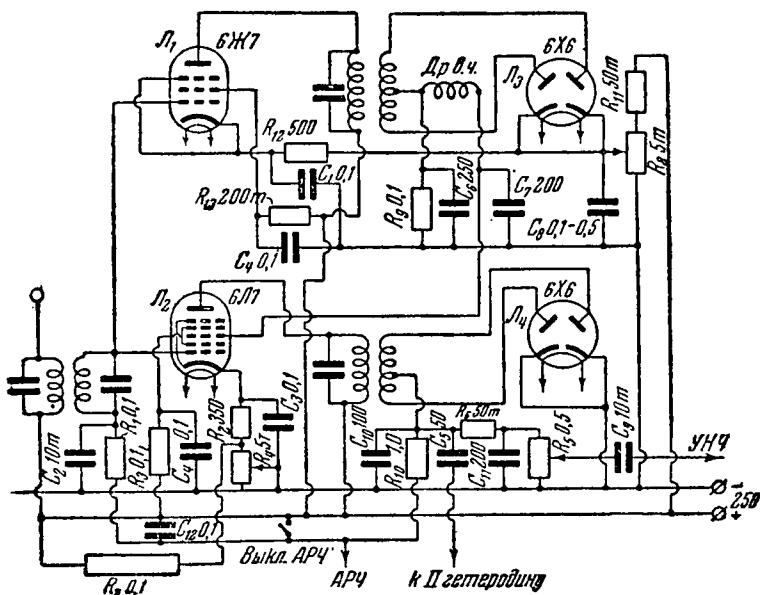


Рис. 56

вырезанной. При значительной величине импульса помехи напряжение на нагрузке может не только уменьшиться до нуля, но и поменять знак на обратный. Чтобы на сопротивлении R_1 во время импульсной помехи

но появилось положительного напряжения относительно земли, в схему включен дополнительный диод 6Х6 (J_3), который замыкает положительный потенциал в тот момент, как он появится.

Включение последовательного сопротивления R_2 снижает коэффициент полезного действия детектора.

Схема подавителя, данная на рис. 56, состоит из вспомогательной ступени усилителя промежуточной частоты, работающего на лампе 6Ж7, питающего двухполупериодный выпрямитель, который выпрямляет амплитуду помехи и превращает ее в импульсы постоянного тока. Эти импульсы в виде смещения подаются на сетку лампы 6Л7, работающей в качестве усилителя промежуточной частоты, и запирают ее в момент помехи. С помощью потенциометра R_4 регулируется порог ограничения.

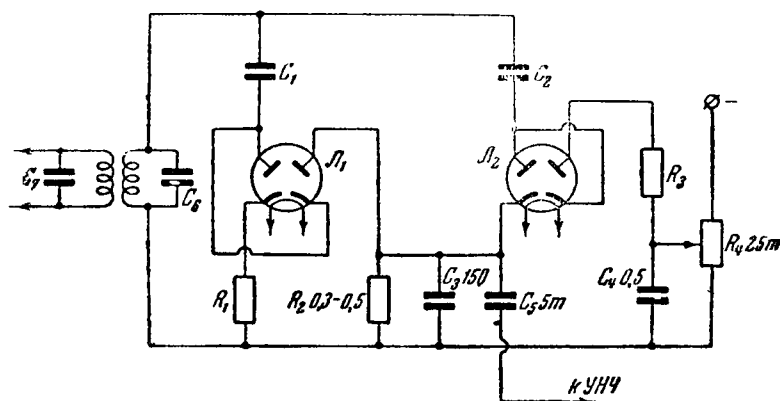


Рис. 57

При приеме слабых телеграфных сигналов в условиях сильных помех от мешающих станций помехоподаватели, вырезающие помеху, малоэффективны, а иногда могут создать и дополнительные помехи, запирая приемник при сильном сигнале от мешающей станции.

Схемы третьей группы сложны и работают нечетко. Поэтому мы их не приводим.

Значительно эффективнее предыдущих схем при приеме телефонных сигналов работает схема с изменяющимся порогом срабатывания, причем порог срабатывания меняется здесь в такт со звуковой частотой, как бы следуя в известной мере за изменением напряжения на входе, вызванном модуляцией сигнала.

Схема такого помехоподавателя приведена на рис. 57. Ее регулировка заключается в подборе величин R_1 , R_3 и C_1 и C_2 . Величина максимальной амплитуды устанавливается потенциометром R_4 , как и в предыдущих схемах.

Основное преимущество приведенного помехоподавателя заключается в том, что он ослабляет не только отдельные резкие импульсные помехи, но и большое число малых импульсов.

Собственные шумы приемника

Источником собственных шумов приемника являются настроенные контуры и усилительные лампы.

Причиной возникновения собственных шумов в настроенных контурах является тепловое движение электронов в проводниках. Шумы распространяются по чрезвычайно широкому спектру частот, и поэтому величина их зависит от полосы пропускания приемного устройства.

При технических расчетах для определения уровня контурных шумов можно пользоваться формулой:

$$U_{\text{шк}} \approx \frac{1}{8} \sqrt{Z_{\text{ре}} \Delta f_{\text{кц}}},$$

где $Z_{\text{ре}}$ —резонансное сопротивление контура, $\Delta f_{\text{кц}}$ —полоса пропускания приемника.

Ламповые шумы вызываются следующими причинами: так называемым дробовым эффектом, обусловливаемым неравномерностью вылета электронов из катода; вторичной эмиссией электродов лампы; термическим движением электронов в пространственном заряде лампы и, наконец, влиянием ионизации.

Из перечисленных выше причин обычно преобладает дробовой эффект тока эмиссии и поток вторичных электронов.

Для технических расчетов внутренних шумов ламп напряжение шумов на анодном контуре обычно пересчитывается в цепь сетки.

$$\dot{U}_{\text{ш. л.}} = \frac{U_{\text{ш. вых.}}}{K}.$$

Ниже мы приводим таблицу, в которой приведено эквивалентное напряжение шумов на сетке лампы в мкв при полосе в 1 кГц для ламп различного типа. Пользуясь этой таблицей, можно определить, какую предельную чувствительность может иметь приемник при заданной полосе и выбранной первой лампе.

Тип лампы	Режим			Эквивалентное напряжение шумов на сетке в мкв при полосе в 1 кГц
	U_a в в	$U_{(g)}$ в в	U_g в в	
CO -- 182	240	100	— 1	0,21
6C5	250	—	— 8	0,60
6Ф5	250	—	— 2	0,23
6Ж7	250	100	— 3	0,42
6К7	250	125	— 3	0,61
6Г7	250	—	— 3	0,33

Пентагриты	U_a	U_{a_1}	$U_{(g)}$	U_g	U_{g_1}	мкв
CO 183	240	160	100	— 3	— 10	1,6
6A8	250	200	100	— 3	— 10	5,44
6Д7	250	—	150	— 6	— 15	3,55

При сравнительной оценке различных типов ламп следует иметь в виду следующие соображения:

1) величина шумов пропорциональна отношению анодного тока к крутизне в рабочей точке, т. е. выгодно использовать лампы с малым анодным током и с большой крутизной характеристики;

2) шумы тем сильнее, чем больше в лампе сеток, находящихся под положительным потенциалом.

Величина суммарного напряжения шумов, отнесенного к управляющей сетке лампы, определяется по формуле:

$$U_{\text{ш. с.}} = \sqrt{U_{\text{шк}}^2 + U_{\text{ш. л.}}^2}$$

Уровень собственных шумов приемника определяется главным образом суммарным уровнем шумов на первом контуре и первой лампе. Поэтому для уменьшения собственных шумов приемника нужно уделять особое внимание конструкции входного контура и выбору первой лампы.

В коротковолновом приемнике хорошие результаты получаются при использовании на входе приемника ламп 6АС7, 6Ж7, RV-12-P 2 000. Несколько худшие результаты даст лампа 6К7.

Качество входного контура должно быть возможно выше.

Для улучшения соотношения между сигналом и собственными шумами следует к сетке первой лампы подводить наибольшее напряжение сигнала. Поэтому выгодно увеличивать связь входного контура с антенной, что приводит к повышению коэффициента передачи напряжения.

В последующих ступенях приемника могут быть приняты дополнительные меры для ограничения собственных шумов, а именно:

1) сужение полосы пропускания усилителя промежуточной частоты до пределов, допускаемых техническими условиями;

2) применение в усилителе промежуточной частоты резонансной характеристики с возможно крутым спадом, без длинных «хвостов»;

3) резкое ограничение частотной характеристики усилителя низкой частоты со стороны высоких частот.

Индикаторы настройки

В любительских коротковолновых приемниках так же, как и в обычных вещательных приемниках, возможно применение тех или иных индикаторов настройки. Естественно, что пользоваться индикатором настройки при приеме телеграфных станций большей частью нецелесообразно, так как в условиях сильных помех при приеме слабой станции индикатор будет реагировать не на полезный сигнал, а на помеху.

При приеме телефонных станций индикатор будет работать нормально, помогая производить точную настройку и, кроме того, будучи отградуирован по 9-бальной шкале или по уровню входного напряжения, позволит объективно определить слышимость принимаемой станции.

Стрелочный индикатор настройки, отградуированный по 9-бальной шкале, называется S-метр.

Существует много различных схем включения индикаторов настройки, причем в большинстве из них используются цепи автоматической регулировки усиления.

Наиболее часто применяемые схемы приведены на рис. 58. На рис. 58, а приведена схема включения оптического индикатора настройки, на рис. 58, б показано включение стрелочного индикатора с использованием

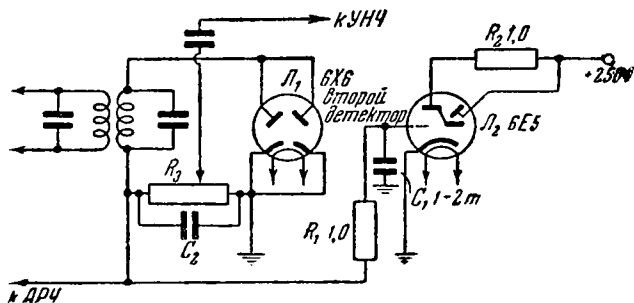


Рис. 58, а

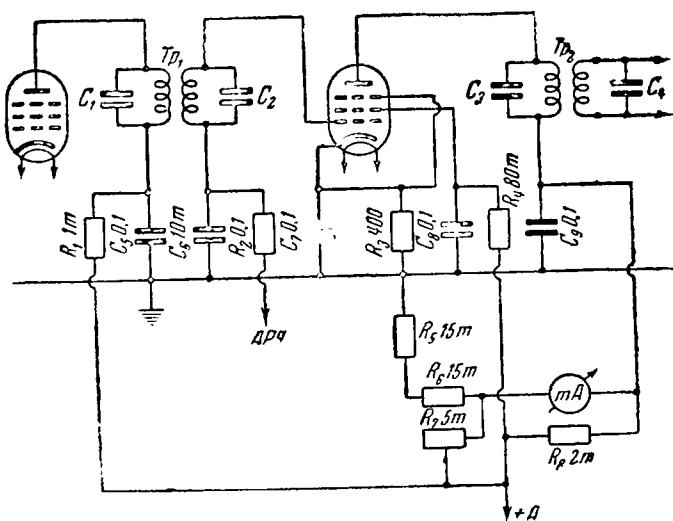


Рис. 58, б

лампы усилителя промежуточной частоты в качестве усилителя постоянного тока. В этой схеме индикатор может работать лишь при включении АРЧ. С помощью сопротивлений R_1 , R_2 и R_4 устанавливается нулевое положение при отсутствии сигнала.

Выбор схемы приемника

Прежде чем приступить к построению приемника, коротковолновик должен выбрать его схему.

Начинающему коротковолновику не следует сразу же браться за постройку сложного многолампового приемника. Лучше сначала собрать более простой приемник типа 0-V-0 или 0-V-1. Это даст возможность без большой затраты времени, сразу же после изучения телеграфной азбуки и радиолюбительских кодов приступить к тренировке в приеме с эфира.

Благодаря особенностям распространения коротких волн даже на самый простой коротковолновый приемник возможен прием большого количества различных, в том числе и очень удаленных радиостанций.

После накопления достаточного практического опыта можно будет приступить к постройке более сложного коротковолнового приемника, например, по схеме 1-V-1 или малолампового супера.

Наиболее квалифицированным коротковолновикам мы рекомендуем самим конструировать приемники. Самостоятельное конструирование принесет очень большую пользу, так как только практический опыт может закрепить приобретенные знания. Кроме того, коротковолновик постройт себе приемник, отвечающий всем его требованиям.

Порядок проектирования

При проектировании приемника по схеме прямого усиления нужно руководствоваться следующими соображениями. Коротковолновый приемник прямого усиления для любительских связей делать более сложным, чем по схеме 1-V-1 или 1-V-2, не имеет смысла, так как дальнейшее увеличение числа ступеней большого эффекта в отношении улучшения качества приема не даст, но конструкция приемника и особенно его налаживание при этом значительно усложняется.

В низкочастотной части приемника для приема телеграфных станций полезно применить несложный резонансный фильтр, а для приема телефонных радиостанций использовать фильтр, срезающий интерференционные свисты.

В таком приемнике желательно применять не сменные катушки, а переход с одного поддиапазона на другой осуществлять с помощью переключателя диапазонов. Это значительно повысит оперативность, что особенно важно при работе в соревнованиях.

Для того, чтобы можно было следить одновременно за работой двух корреспондентов, в детекторной ступени приемника полезно дополнительно установить один или два переменных конденсатора небольшой емкости, которые могут включаться вместо основного конденсатора настройки.

Схема входной цепи и ступень усилителя по высокой частоте выбирается в зависимости от конструкции антенны, требований в отношении перекрытия диапазона и неравномерности усиления по диапазону. (Более подробно эти соображения приведены в разделах «Входные цепи» и «Усиление высокой частоты»).

В усилителе высокой частоты желательно иметь ручку регулировки усиления.

При проектировании супергетеродинного приемника рекомендуем придерживаться такого порядка. Вначале наметить общие требования к приемнику: какова должна быть его чувствительность, избирательность по соседнему каналу. Затем определить полосу пропускания при

телеграфном и телефонном приеме, избирательность по зеркальному каналу, данные автоматических регулировок, выбрать схему подавления помех, определить выходную мощность приемника и источники питания.

Выбор схемы и тех или иных качественных показателей зависят как от имеющихся у коротковолновика деталей, так и от его квалификации.

При проектировании нужно ориентироваться на стандартные детали и лампы.

Далее необходимо определить электрическую мощность на выходе приемника и тип выходной ступени. Выходная мощность определяется размером помещения, которое будет обслуживать приемник (прием на динамик при работе телефоном в комнате или в зале радиоклуба, количество параллельно включенных телефонов и т. д.).

Для любительских приемников индивидуального пользования эту мощность можно выбирать порядка 2 *вт*.

В усилителе низкой частоты полезно применить фильтр для срезаания интерференционных свистов, а также фильтр для сужения полосы при телеграфном приеме. Применение даже самых простых фильтров в большой степени снижает помехи от мешающих станций.

В детекторной ступени или после нее целесообразно применить подавитель импульсных помех, собранный по схеме ограничения.

Затем, зная напряжение на входе детектора и требуемую чувствительность приемника (т. е. ЭДС несущей частоты в антенне), которая для любительских приемников должна составлять примерно от 2 до 40 *мкв* (в зависимости от качества приемника), можно выбрать число ступеней усилителя высокой и промежуточной частоты.

При выборе числа этих ступеней можно руководствоваться следующими данными: передача напряжения входной цепи обычно получается порядка 3—5, усиление ступени высокой частоты на коротких волнах может быть порядка 4—25, усиление ступени преобразования частоты—30—60 и усиление ступени усилителя промежуточной частоты—порядка 50—150 в зависимости от типа выбранных ламп, величины промежуточной частоты и качества контуров.

В любительских приемниках первого класса целесообразно применять две ступени усиления по высокой частоте и две-три ступени усиления по промежуточной частоте.

В более простых приемниках количество ступеней может быть уменьшено, но даже простой любительский коротковолновый супергетеродин для повышения чувствительности и избирательности по зеркальному каналу должен иметь не менее одной ступени усиления по высокой частоте.

В любительских диапазонных супергетеродинах, имеющих повышенную промежуточную частоту (например, в супергетеродинах с двойным преобразованием), ступени усиления по высокой частоте можно выполнить с фиксированной настройкой, применив в них полосовые фильтры с полосой пропускания, равной ширине любительского диапазона. Это значительно удешевит и упростит конструкцию приемника, а также уменьшит его габариты, так как отпадет необходимость в громоздком блоке переменных конденсаторов.

В качестве преобразователя следует применять смеситель с отдельным гетеродином.

При составлении общей схемы приемников обоих типов, чтобы избежать самовозбуждения через источники питания, необходимо предусмотреть электрическое разделение ступеней с помощью фильтрующих цепей, состоящих из сопротивлений и конденсаторов (RC), причем в высокочастотных ступенях конденсаторы должны быть безиндукционными.

ЭЛЕМЕНТЫ ПРИЕМНЫХ СХЕМ

Колебательный контур

Одним из основных элементов всякого радиоприемного устройства является колебательный контур. Он применяется во входных цепях, в ступенях усиления высокой и промежуточной частоты, гетеродинах приемника и т. д. Колебательный контур состоит из активного сопротивления R , индуктивности L и емкости C .

Основные соотношения для расчетов колебательного контура: частота в килогерцах

$$f_{\text{кн}} = \frac{4,78 \cdot 10^8}{\sqrt{L_{\text{с.м.}} \cdot C_{\text{с.м.}}}} = \frac{1,59 \cdot 10^8}{\sqrt{L_{\text{мкн}} \cdot C_{\text{пф}}}};$$

волна в метрах

$$\lambda = 0,0628 \sqrt{L_{\text{с.м.}} \cdot C_{\text{с.м.}}} = 1,884 \sqrt{L_{\text{мкн}} \cdot C_{\text{пф}}};$$

индуктивность контура

$$L_{\text{мкн}} = \frac{25330}{f_{\text{мгц}}^2 \cdot C_{\text{пф}}} = \frac{0,281 \lambda^2 \text{ м}}{C_{\text{пф}}};$$

емкость контура

$$C_{\text{пф}} = \frac{25330}{f_{\text{мгц}}^2 \cdot L_{\text{мкн}}} = \frac{0,281 \lambda^2 \text{ м}}{L_{\text{мкн}}}.$$

В этих формулах f —частота,

λ —волна в метрах.

Резонансное сопротивление контура может быть определено по формуле:

$$Z_{\text{oe}} = \frac{\omega^2 L_{\text{сн}}^2}{r} = \frac{1}{r \omega^2 C_{\text{ф}}} = \frac{L_{\text{сн}}}{C_{\text{ф}} \cdot r}.$$

Добротность контура определяется как

$$Q = \frac{\omega \cdot L_{\text{сн}}}{r} = \frac{1}{r \omega C_{\text{ф}}} = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{L_{\text{сн}}}{C_{\text{ф}}}}.$$

Затухание —

$$d = \frac{1}{Q} = \frac{r}{\omega L_{\text{сн}}} = r \omega \cdot C_{\text{ф}}.$$

В формулах $\omega = 2\pi \cdot f$ —круговая частота, f —в герцах.

Перекрытие диапазона переменным конденсатором

Коэффициент перекрытия диапазона переменным конденсатором при неизменной индуктивности контурной катушки зависит от соотношения максимальной емкости контура к минимальной и выражается следующей формулой:

$$\frac{\lambda_{\text{макс}}}{\lambda_{\text{мин}}} = \frac{f_{\text{макс}}}{f_{\text{мин}}} = \sqrt{\frac{C'_{\text{макс}}}{C'_{\text{мин}}}} = \sqrt{\frac{C_0 + C_{\text{макс}}}{C_0 + C_{\text{мин}}}},$$

где $\lambda_{\text{макс}}$ и $\lambda_{\text{мин}}$ — максимальная и минимальная длины волн, получаемых при изменении емкости переменного конденсатора;

$f_{\text{макс}}$ и $f_{\text{мин}}$ — максимальная и минимальная частоты;

$C'_{\text{макс}}$ — полная максимальная емкость контура;

$C'_{\text{мин}}$ — полная минимальная емкость контура;

$C_{\text{макс}}$ и $C_{\text{мин}}$ — максимальная и минимальная емкости переменного конденсатора.

C_0 — неизменная емкость схемы. Сюда входит емкость монтажа, катушки, входная емкость лампы, емкость подстроечного конденсатора и т. д. C_0 в среднем равна 25—50 пф.

РАСТЯНУТЫЕ ДИАПАЗОНЫ

Вследствие большой скученности радиостанций на отдельных участках шкалы коротковолнового диапазона широкое распространение

в настоящее время получило «растягивание» наиболее интересных участков диапазона на всю шкалу приемника. Растягивание значительно облегчает настройку на радиостанции и делает легко читаемой шкалу приемника.

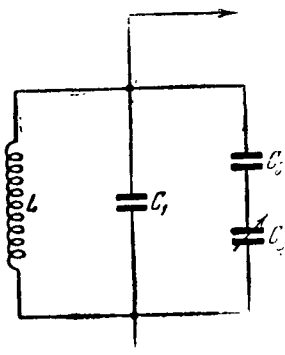


Рис. 59

Существует несколько способов растягивания диапазонов. Чаще всего используются два способа растягивания: с помощью переменного конденсатора небольшой емкости, включенного параллельно основному конденсатору настройки, и путем соответствующего включения переменного конденсатора контура. Второй способ применяется значительно чаще, так как не требует применения дополнительного блока переменных конденсаторов и, кроме того, позволяет получить любую степень растянутости.

Наиболее часто применяемая схема растягивания диапазона приведена на рис. 59.

Расчет данных элементов схемы ведется следующим образом:

1. Задаются полной минимальной емкостью контура $C'_{\text{мин}}$ в пределах 25—30 пф.

2. Индуктивность для самой высокой частоты (короткой волны) широкого диапазона определяется по формуле:

$$L = \frac{25330}{f_{\text{макс}}^2 \cdot C'_{\text{мин}}}.$$

3. Минимальная и максимальная емкости контура для каждого растянутого диапазона определяются из следующих выражений:

$$C_{\text{мин}} = \frac{25330}{f_{\text{макс}}^2 \cdot L}; \quad C_{\text{макс}} = \frac{25330}{f_{\text{мин}}^2 \cdot L}.$$

4. Далее определяют величину укорачивающего конденсатора:

$$C_3 = \frac{\Delta C (C + 2C_0) + \sqrt{\Delta C (C + 2C_0)^2 + 4(C - \Delta C)(C + C_0)C_0 \Delta C}}{2(C - \Delta C)}.$$

Здесь C_0 —минимальная емкость переменного конденсатора C_2 ;

$C = C_2 - C_0$ —перекрытие конденсатора C_2 по емкости.

$\Delta C = C_{\text{макс}} - C_{\text{мин}}$ —потребное перекрытие по емкости для данного растянутого поддиапазона.

5. Емкость параллельного конденсатора C_1 для данного растянутого диапазона подсчитывается по формуле:

$$C_1 = C_{\text{макс}} - \frac{C_0 \cdot C_3}{C_0 + C_3}.$$

В этих формулах взято: L —в мкн; C —в пф; f —в мгц.

При растягивании любительских диапазонов следует учитывать, что коэффициент перекрытия по диапазону для всех диапазонов, кроме 10-метрового, получается равным по частоте

$$K_1 = \frac{f_{\text{макс}}}{f_{\text{мин}}} = 1,03$$

и по емкости

$$K_1^1 = \frac{C_{\text{макс}}}{C_{\text{мин}}} = 1,06.$$

Для 10-метрового диапазона

$$K_2 = \frac{f_{\text{макс}}}{f_{\text{мин}}} = 1,072 \quad \text{и} \quad K_2^1 = \frac{C_{\text{макс}}}{C_{\text{мин}}} = 1,145.$$

Так как на краях шкалы растягивание получается неудовлетворительным, то коэффициент перекрытия по емкости желательно выбирать несколько более полученного, а именно:

$$K_1^1 = 1,1, \quad \text{а} \quad K_2^1 = 1,2.$$

Таким образом, подсчитав или в готовом приемнике измерив необходимую емкость $C_{\text{мин}}$, определяем величину $C_{\text{макс}}$ по формуле:

$$\begin{aligned} C'_{\text{макс}} &= 1,2 \cdot C_{\text{мин}} \\ C_{\text{макс}} &= 1,1 \cdot C_{\text{мин}} \end{aligned}$$

$C'_{\text{макс}}$ —для 10-метрового диапазона и

$C_{\text{макс}}$ —для остальных диапазонов.

Дальнейший расчет производится по приведенным ранее формулам.

Расчет контура гетеродина производится таким же методом. Разница заключается лишь в диапазонах перекрываемых частот.

Индуктивность контурных катушек

Индуктивность контурных катушек с достаточной для практических целей точностью может быть подсчитана по следующим формулам:

для однослойной цилиндрической катушки (рис. 60), когда длина намотки больше, чем радиус катушки $b > \frac{D}{2}$:

$$L = \frac{0,2 \cdot D^2 n^2}{9D + 20b};$$

если катушка широкая и короткая, т. е. $b < \frac{D}{2}$, более точные результаты получаются при расчете по формуле:

$$L = \frac{0,1 \cdot D^2 n^2}{4D + 11b}.$$

Индуктивность многослойной катушки (рис. 61) вычисляется по формуле

$$L = \frac{0,08 \cdot D^2 n^2}{3D + 9b + 10c},$$

где D —средний диаметр.

$$D = \frac{D_{\text{макс}} + D_{\text{мин}}}{2}.$$

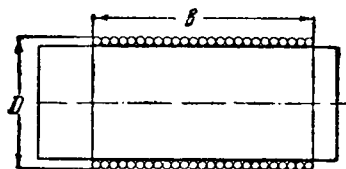


Рис. 60

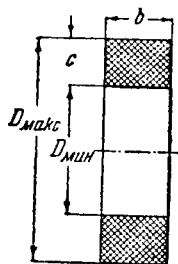


Рис. 61

Для коротковолновой однослойной контурной катушки

$$L = \frac{D n^2}{102 \frac{b}{D} + 45}$$

В этих формулах:

L —индуктивность в мкГн ,

D —средний диаметр витков в см ,

b —длина намотки в см ,

c —радиальная глубина намотки в см ,

n —число витков

Для максимального упрощения расчета ниже помещаем таблицу наиболее употребительных цилиндрических катушек. В ней приведена индуктивность в мкГн для различного числа витков n —от 2 до 60 для диаметров катушек в 2, 3 и 5 см и разной длины намотки b , соответствующей от 0,2 до 1,2 диаметра D . Величину индуктивности для катушек диаметром в 4 и 6 см можно получить, если удвоить значения, приведенные для диаметров в 2 и 3 см .

Индуктивность однослойных витковых катушек (в мкГн)

Число витков <i>n</i>	Диаметр $D=2$ см				
	Отношение длины намотки к диаметру b/D				
	0,2	0,35	0,5	0,75	1,2
2	0,128	0,100	0,080	0,064	0,048
3	0,288	0,225	0,180	0,144	0,108
4	0,512	0,400	0,320	0,256	0,192
5	0,800	0,625	0,500	0,400	0,300
6	1,150	0,900	0,720	0,575	0,430
7	1,570	1,225	0,980	0,785	0,590
8	2,050	1,600	1,280	1,025	0,770
9	2,590	2,025	1,620	1,295	0,970
10	3,200	2,500	2,000	1,600	1,200
12	4,600	3,600	2,880	2,300	1,720
14	6,300	4,900	3,920	3,150	2,360
16	8,200	6,400	5,120	4,100	3,070
18	10,400	8,100	6,500	5,200	3,900
20	12,800	10,000	8,000	6,400	4,800
25	20,000	15,600	12,500	10,000	7,500
30	28,800	22,500	18,000	14,400	10,800
35	39,200	31,200	24,600	19,600	14,700
40	51,200	40,000	32,000	25,600	19,200
45	65,100	50,500	40,500	32,500	24,300
50	80,000	62,500	50,000	40,000	30,000
60	115,000	90,000	72,000	57,500	43,000

Число витков <i>n</i>	Диаметр $D=3$ см				
	Отношение длины намотки к диаметру b/D				
	0,2	0,35	0,5	0,75	1,2
2	0,192	0,150	0,120	0,096	0,072
3	0,432	0,338	0,270	0,216	0,162
4	0,770	0,600	0,480	0,385	0,288
5	1,200	0,940	0,750	0,600	0,450
6	1,720	1,350	1,080	0,860	0,645
7	2,350	1,840	1,470	1,175	0,885
8	3,080	2,400	2,070	1,540	1,155
9	3,900	3,050	2,430	1,920	1,455
10	4,800	3,750	3,000	2,400	1,800
12	6,900	5,400	4,320	3,450	2,580
14	9,450	7,350	5,900	4,700	3,550
16	12,300	9,600	7,700	6,150	4,600
18	15,600	12,150	9,750	7,800	5,850
20	19,200	15,000	12,000	9,600	7,200
25	30,000	23,400	18,800	15,000	11,250
30	43,200	33,800	27,000	21,600	16,200
35	59,000	45,500	36,500	29,500	22,000
40	77,000	60,000	48,000	38,500	28,800
45	97,500	76,000	61,000	48,800	36,500
50	120,000	91,000	75,000	60,000	45,000
60	172,000	135,000	108,000	86,000	64,500

Число витков n	Диаметр $d = 5$ см				
	Отношение длины намотки к диаметру b/d				
	0,2	0,35	0,5	0,75	1,2
2	0,320	0,250	0,200	0,160	0,120
3	0,720	0,560	0,450	0,360	0,270
4	1,280	1,000	0,800	0,640	0,480
5	2,000	1,570	1,250	1,000	0,750
6	2,880	2,250	1,800	1,440	1,075
7	3,920	3,070	2,450	1,960	1,480
8	5,140	4,000	3,200	2,570	1,930
9	6,480	5,050	4,050	3,240	2,430
10	8,000	6,250	5,000	4,000	3,000
12	11,500	9,000	7,200	5,750	4,300
14	16,500	12,300	9,800	7,800	5,900
16	20,500	16,000	12,800	10,250	7,650
18	26,000	20,300	16,300	13,000	9,800
20	32,000	25,000	20,000	16,000	12,000
25	50,000	39,000	31,300	25,000	18,800
30	72,000	56,000	45,000	36,000	27,000
35	98,000	77,000	59,000	49,000	37,000
40	128,000	100,000	80,000	64,000	48,000
45	163,000	127,000	100,000	81,500	61,000
50	200,000	157,000	125,000	100,000	75,000
60	288,000	225,000	180,000	144,000	107,000

Дроссели высокой частоты

Дроссели высокой частоты являются очень ответственными деталями приемника. Они хорошо работают лишь в пределах от 0,8 до 2,5 λ_0 (λ_0 —собственная волна дросселя). Поэтому наилучшим, хотя и неудобным с конструктивной точки зрения способом является применение различных дросселей для каждого из диапазонов приемника.

Но это не всегда является возможным. Тогда для работы в широком диапазоне частот применяют комбинированный дроссель, состоящий

D мм	l мм	λ_0 м	$\lambda_{\text{мин}}$ м	$\lambda_{\text{макс}}$ м	d мм	z мм
20	75	70	56	175	0,15—0,2	0,3—0,4
20	50	60	48	150	0,15—0,2	0,3—0,4
20	25	45	36	110	0,15—0,2	0,3—0,4
15	75	45	36	110	0,15—0,2	0,3—0,4
15	50	35	28	90	0,15—0,2	0,3—0,4
15	25	27	22	65	0,15—0,2	0,3—0,4
10	75	30	24	75	0,1—0,15	0,3—0,4
10	50	25	20	60	0,1—0,15	0,4—0,6
10	25	20	16	50	0,1—0,15	0,4—0,6
6	40	15	12	36	0,1—0,15	0,6—0,8
6	25	12	9,5	30	0,1—0,15	0,6—0,8
6	15	10	8,5	25	0,1—0,15	0,8—1,0

из нескольких секций, имеющих различное количество витков. Дроссели на 10-метровый диапазон желательно наматывать с принудительным шагом.

В таблице приведены данные дросселей с однослойной намоткой. В ней D —диаметр дросселя, l —длина намотки, λ_0 —собственная волна, λ_{\min} и λ_{\max} —минимальная и максимальная волны, на которых работает дроссель, d —диаметр провода без изоляции и α —шаг намотки.

Собственная емкость дросселя может быть вычислена по формуле:

$$C_{\text{др}} \approx (0,6 \div 0,7) D,$$

где D —диаметр дросселя в см,

$C_{\text{др}}$ —емкость в пф.

Трансформаторы промежуточной частоты

1. От приемников 6Н-1; 6Н-25; 6Н-27; 9Н-4.

На рис. 62 приведены размеры, схема соединения обмоток и схема включения трансформаторов, а на рис. 63—схема усилителя промежу-

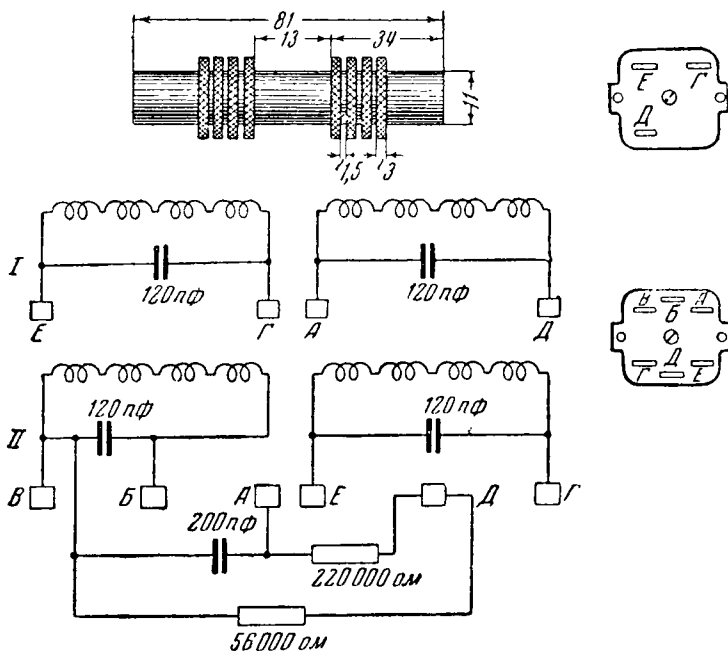


Рис. 62

точной частоты приемника. Каждая катушка контура разбита на 4 отдельные секции. В каждой секции по 72 витка, провод—литцендрат $\varnothing 0,08 \times 5$; сопротивление постоянному току—8,6 ом. Индуктивность $L \approx 1 \text{ мкги}$ при среднем положении магнетита. Добротность $Q = 90$. Взаимо-

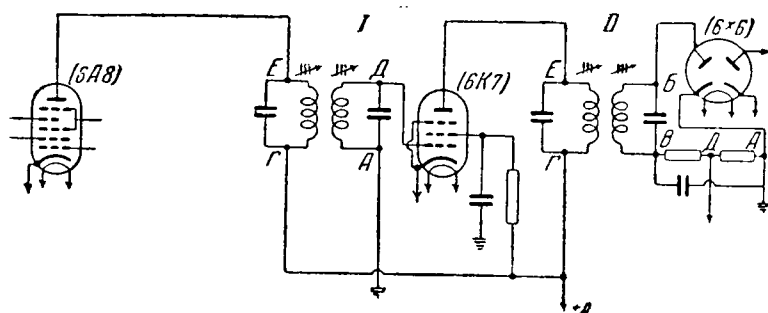


Рис. 63

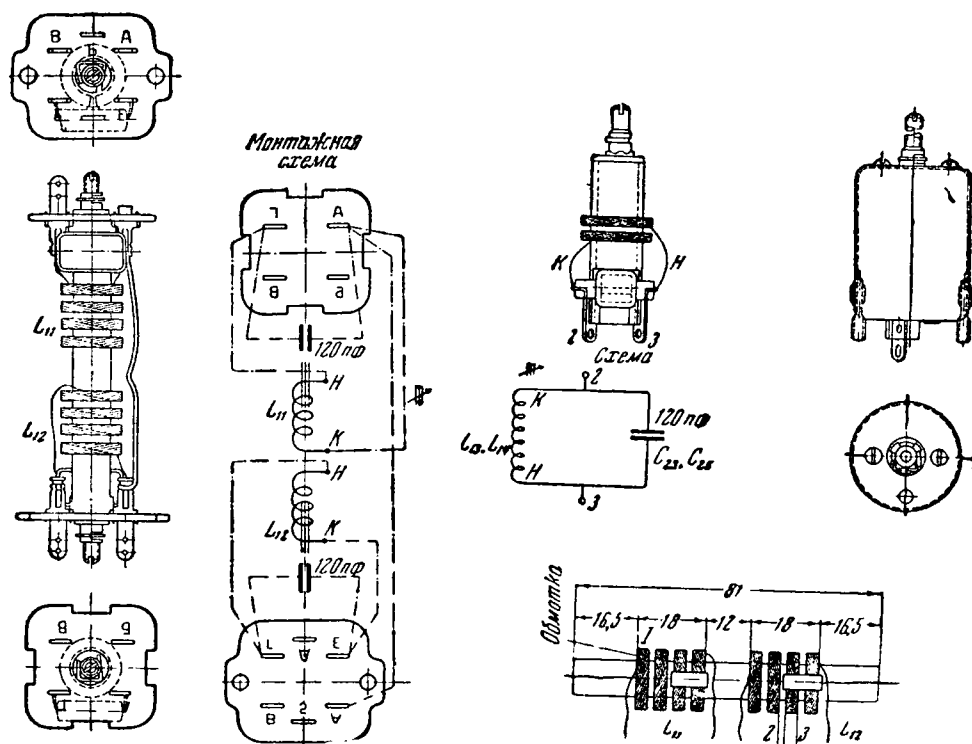


Рис. 64

индукция $M = 0,01 \text{ мкгн}$. Контуры настраиваются с помощью магнетитовых сердечников диаметром 9 мм. Промежуточная частота $f_{\text{пр}} = 465 \text{ кГц}$.

2. От приемника «Родина».

На рис. 64 приведены размеры и схема соединений обмоток.

Данные катушек промежуточной частоты

№№ п/п	Параметры	Обозначения в един. измер.	Величина
1	Число витков L_{12} L_{13}	n	130×2
2	Число витков L_{11} L_{12}	n	280
3	Омическое сопротивление	$ом$	20
4	Наружный диаметр обмотки	\varnothing мм	18
5	Множитель вольтажа при $L_{макс}$	Q	70
6	Индуктивность рабочая	L мкГн	860
7	Длина выступающей части вишты при $L_{раб}$	l мм	7,5
8	Минимальная индуктивность	$L_{мин}$ мкГн	721
9	Максимальная индуктивность	$L_{макс}$ мкГн	1052
10	Изменение L от $L_{раб}$ в % в сторону увеличения	%	22,5
11	Изменение L от $L_{раб}$ в % в сторону уменьшения	%	16,5
12	Множитель вольтажа катушки при $L_{раб}$	Q	55
13	Частота настройки контура	$f_{кит}$	460
14	Провод литцендрат		$0,08 < 5$

3. От приемника «Москвич».

Схема включения и размеры такие же, как и у приемника «Родина».

Основные данные фильтра промежуточной частоты

№№ п/п	Параметры	Величина
1	Число витков в секции (намотка «Универсаль»)	70
2	Количество секций	4
3	Наружный диаметр намотки	19,8 мм
4	Провод	$10 \times 0,07$
5	Омическое сопротивление	10 ом
6	Индуктивность рабочая	900 мкГн
7	Минимальная индуктивность (при вывернутом сердечнике)	760 мкГн
8	Максимальная индуктивность (при полностью ввернутом сердечнике)	1150 мкГн
9	Добротность контура при $L_{раб}$	130
10	Частота настройки контура	460 кГц

Основные данные контура промежуточной частоты

№№ п/п	Параметры	Величина
1	Число витков (намотка «Универсаль»)	130×2
2	Провод ПЭЛО	0,12
3	Омическое сопротивление	20 ом
4	Наружный диаметр намотки	19 мм
5	Индуктивность рабочая	850 мкГн
6	Минимальная индуктивность	721 мкГн
7	Максимальная индуктивность	1052 мкГн
8	Множитель вольтажа катушки при $L_{раб}$	55
9	Частота настройки контура	460 кГц

4. От приемника «Рекорд-47» — $f_{\text{пр}} = 110 \text{ кгц}$.

Данные и схема трансформатора приведены на рис. 65.

5. От приемника РСИ-4 — $f_{\text{пр}} = 1600 \text{ кгц}$

Данные трансформатора приведены на рис. 66.

Конструктивное выполнение коротковолнового приемника

Монтаж и конструктивное выполнение коротковолновых приемников должны быть особенно тщательными. К конструкции предъявляются следующие требования: рациональное размещение деталей и правильная сборка; удобство эксплуатации (оперативная работа, регулировка и ремонт); механическая прочность и красивый внешний вид.

Шасси для приемника желательно применять металлическое. Только в приемниках простейшего типа (0-V-0, 0-V-1) можно ставить деревянные шасси, оклеенные станиолом.

Основные требования к монтажу — минимальные паразитные емкости между проводами и минимальные индуктивные связи. Провода, несущие токи высокой частоты, должны быть короткими и идти кратчайшим путем. Тщательно следует экранировать анодные и сеточные цепи в усилителях, а также ступени усиления высокой частоты одну от другой.

Монтажный провод в цепях высокой частоты лучше применять голый, диаметром в 1—1,5 мм. В цепях питания и ступенях низкой частоты можно ставить изолированный провод. Проводку цепей накала к подогревным лампам рекомендуется выполнять двойным витым проводом. Соединения необходимо делать на пайке, причем паять нужно только с каши-фолью.

Коротковолновый приемник требует особенно прочного монтажа для того, чтобы прием был стабильным. Наиболее ответственными в этом отношении являются детекторная ступень с обратной связью в приемнике прямого усиления и преобразовательная ступень (смеситель и гетеродин) в приемнике супергетеродинного типа.

При монтаже приемников ни в коем случае нельзя использовать экраны и шасси в качестве проводника для цепей, несущих токи высокой частоты. Детали, подлежащие заземлению, должны быть соединены между собой проводами, которые присоединяются к экрану в одной, максимум в двух-трех точках.

Ручки настройки приемника следует размещать на панели так, чтобы было удобно управлять приемником. Шкала должна быть легко читаемой.

В любительских коротковолновых приемниках, предназначенных для дальних связей, не следует сокращать количество ручек управления за счет исключения того или иного органа регулировки. Наоборот, для того, чтобы использовать все возможности приемника, в нем полезно иметь большое количество различных регулировок, а именно: орган настройки, переключатель диапазонов, отдельные ручки для регулировки усиления по высокой частоте, промежуточной частоте и низкой частоте, регулировку ширины полосы, фазировку кварца (при наличии кварцевого фильтра), регулировку порога ограничения и подавителя помех, включение и выключение второго гетеродида, АРЧ и т. д.

Трансформатор промежуточной частоты $f = 110 \text{ кГц}$

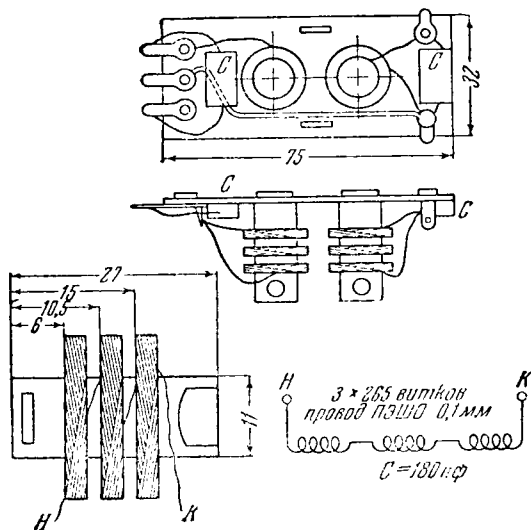
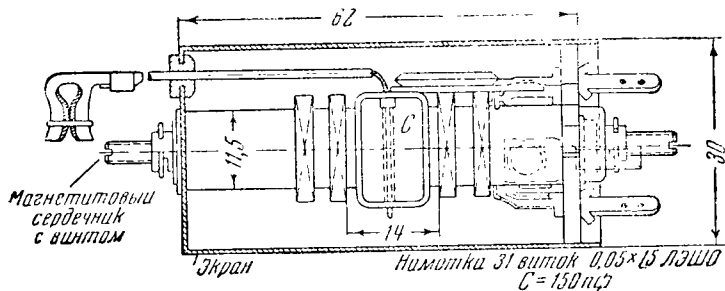
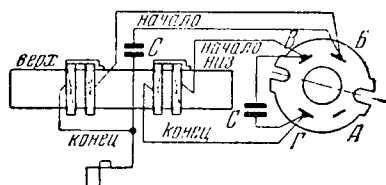


Рис. 6а



Монтажная схема для 1 и 2 тр-ра п.4



Монтажная схема для 3 тр-ра п.4

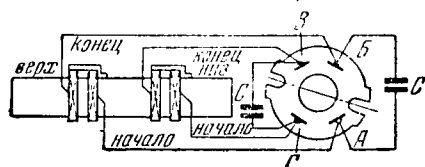


Рис. 6б

меры пластин приведены на рис. 68. Данные остальных деталей приведены на схеме.

Приемник монтируется на деревянном шасси размером $150 \times 140 \times 50$ мм. Передняя панель размером 150×150 мм вырезывается из 3-миллиметровой фанеры и с внутренней стороны экранируется тонким алюминием или фольгой от пробитых конденсаторов.

Налаживание приемника сводится к регулировке режима возникновения генерации и подгонке диапазонов. Подгонка диапазонов произво-

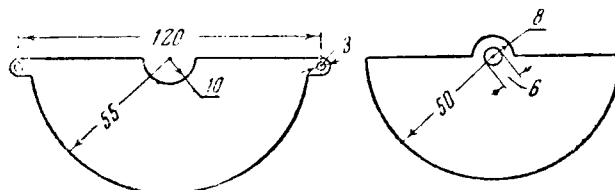


Рис. 68

дится перемещением крайних витков катушки L_1 . Для питания приемника нужна анодная батарея напряжением в 120 в и для накала — батарея с напряжением 2 в.

БАТАРЕЙНЫЙ ДИАПАЗОННЫЙ 1-У-1

Приемник имеет ступень усиления высокой частоты, детекторную ступень с регулирующей обратной связью и ступень усиления низкой частоты. Регулировка обратной связи производится изменением напряжения на экранной сетке лампы Π_2 . Настройку в пределах каждого любительского диапазона производит двоярным блоком переменных конденсаторов. Переход с одного диапазона на другой осуществляется переключателем диапазонов, при его отсутствии катушки можно сделать сменными.

Все лампы приемника типа 2К2М, 2К2М или СО-241.

Схема приемника приведена на рис. 69.

Детали. Контурные катушки наматываются виток к витку на цилиндрических каркасах диаметром в 20 мм. Катушки L_2 и L_3 наматывают на одном каркасе и располагают вплотную. Намотку производят в одну сторону, так что катушка L_3 является как бы продолжением катушки L_2 .

Данные катушек

Любительские диапазоны (м)	Количество витков	Провод	Количество витков	Провод
160	L_1 —49 L_6 49	ПЭ 0,2	L_{11} —15	П.ПО 0,15
40	L_2 —11 L_7 —11	ПЭ 0,5	L_{12} 13	П.ПО 0,15
20	L_3 —6,5 L_8 6,5	ПЭ 0,5	L_{13} —11	П.ПО 0,15
14	L_4 —4,5 L_9 —4,5	ПЭ 0,5	L_{14} —10	П.ПО 0,15
10	L_5 3,5 L_{10} —3,5	ПЭ 0,7	L_{15} — 8	П.ПО 0,15

Блок переменных конденсаторов можно переделать из двойного блока от любого вещательного приемника; он имеет по одной подвижной и одной неподвижной пластине в каждом конденсаторе. Расстояние между пластинами — около 2 мм.

Переключатель диапазонов берут готовый, двухплатный на 5 положений, с двумя контактными группами на каждой плате. Данные остальных деталей приведены на схеме.

Приемник монтируют на металлическом шасси размерами 250×150×50 мм. Катушки входных контуров и детекторной ступени должны быть тщательно экранированы друг от друга.

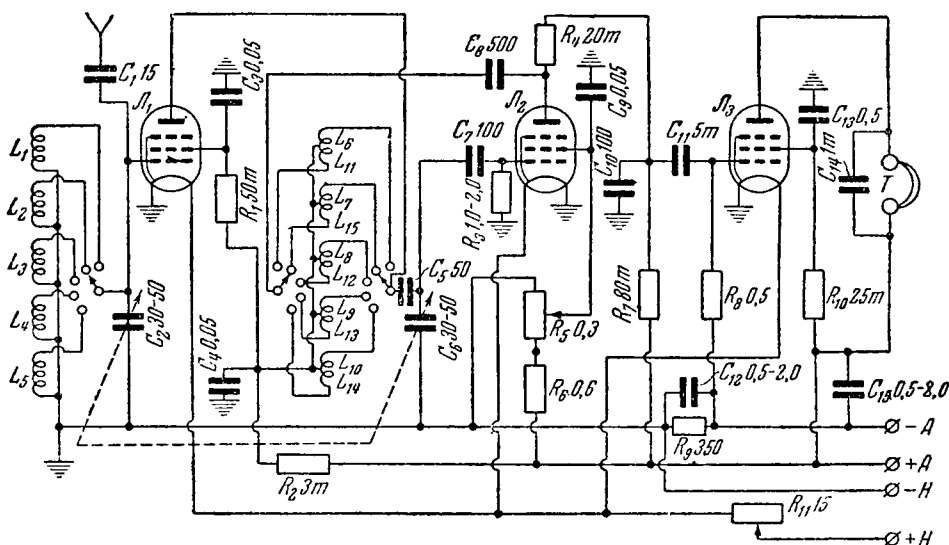


Рис. 69

Налаживание приемника сводится к точному установлению диапазонов приемника, настройке входных контуров и регулировке обратной связи. Вначале следует проверить работу усилителя низкой частоты, затем тщательно отрегулировать обратную связь так, чтобы генерация возникала плавно на всех диапазонах. Далее установить любительские диапазоны, причем подстройку производить, перемещая крайние витки катушек L_6 , L_7 , L_8 , L_9 и L_{10} . И, наконец, тем же способом подстроить в резонанс по максимальной слышимости входные контуры приемника.

СЕТЕВОЙ ДИАПАЗОННЫЙ 1-V-1

Принципиальная схема приемника изображена на рис. 70. Приемник имеет ступень усиления высокой частоты, работающую на лампе 6К7, детекторную ступень с регулирующей обратной связью на лампе 6К7 или 6Ж7 и ступень усиления низкой частоты на лампе 6Ф6. Регулировку обратной связи производят, изменяя напряжение на экранирующей сетке лампы детекторной ступени.

Нагрузкой в анодной цепи служит либо активное сопротивление R_a в 0,25 мгом, либо резонансный контур из самоиндукции L_{11} и постоянного конденсатора C_{17} . Этот контур настроен на частоту 800—900 гц и включается при приеме телеграфных радиостанций. При переходе на работу с фильтром последовательно с контуром L_{11} C_{17} включается сопротивление R_a , обеспечивающее постоянный режим детекторной лампы.

Настройку в пределах каждого любительского диапазона производят с помощью двоянного блока переменных конденсаторов C_2 — C_3 . Пе-

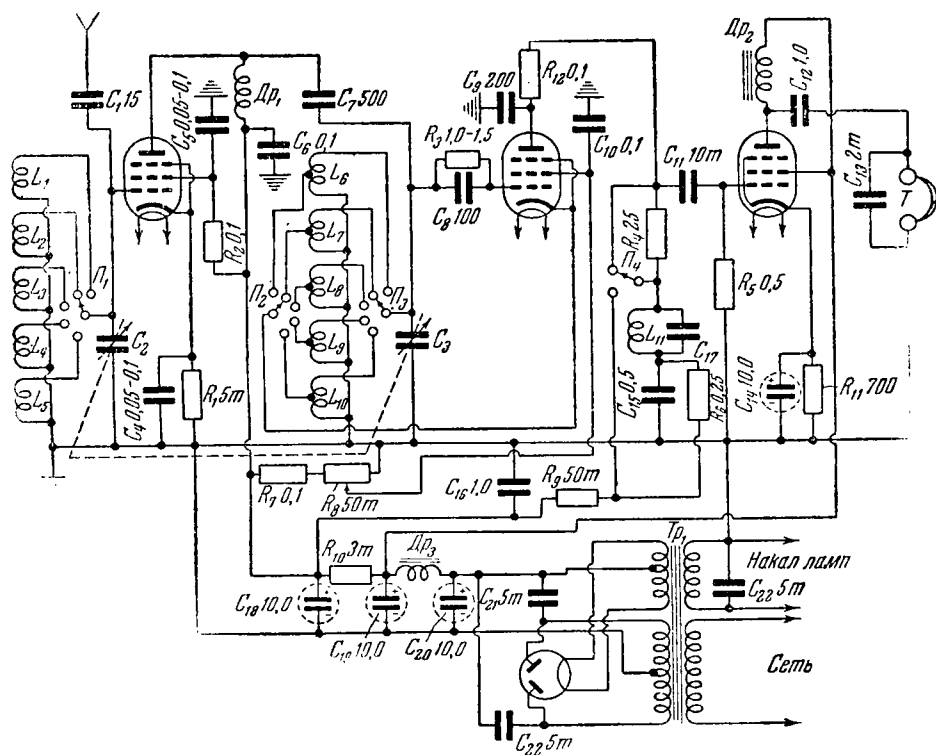


Рис. 70

реход с одного диапазона на другой осуществляется переключателем диапазонов. При его отсутствии катушки можно сделать сменными, укрепив их в ламповых цоколях и применив для включения ламповые панельки.

Детали. Контурные катушки наматываются на цилиндрических каркасах диаметром 17 мм.

Все катушки, за исключением 160-метрового диапазона, намотаны с принудительным шагом проводом ПЭ 0,6 так, чтобы длина намотки составляла примерно 14 мм.

Катушки 160-метрового диапазона намотаны проводом ПЭ 0,2 вплотную.

Количество витков катушек

Катушки	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7	L_8	L_9	L_{10}
Диапазоны	10	14	20	40	160	10	14	20	40	160
Количество витков	3,5	5,5	8	18	56	3,5	5,5	8	18	56
Отвод (от заземленного конца)	—	—	—	—	—	1,5	2	3,0	4	8

Блок переменных конденсаторов и переключатель диапазонов $\Pi_1 - \Pi_2 - \Pi_3$ такие же, как и в предыдущей конструкции. Остальные переключатели отдельные, любой конструкции.

Дроссель высокой частоты выполняется по чертежу, приведенному на рис. 71.

Катушка фильтра L_{11} состоит из четырех секций по 5 000 витков провода ПЭ 0,1 в каждой секции. Намотку производят на деревянной болванке диаметром 10 мм и длиной в 45 мм, на которую для разделения секций надевают 5 прессшпановых или текстолитовых шайб с внешним диаметром 40 мм. Ширина каждой секции—10 мм. Емкость конденсатора C_{17} —11 500 пф.

Дроссель Dp_2 —любой низкочастотный. Фильтровый дроссель Dp_3 —обычный дроссель фильтра выпрямителя.

Силовой трансформатор Тр — мощностью в 40—80 *вт* рассчитан на двухполупериодное выпрямление.

Напряжение на выходе выпрямителя (после дросселя Dp_3) должно составлять 220—250 в при токе в 40 ма.

Данные остальных деталей приведены на принципиальной схеме. Приемник удобно монтировать на угловом металлическом шасси размерами $375 \times 150 \times 170$ мм. Горизонтальную панель следует приподнять на 50—70 мм. Выпрямитель должен быть отделен от остальной части приемника железным экраном. Катушки входных контуров и детектор-ной ступени необходимо тщательно экранировать друг от друга.

Налаживание приемника производят в такой же последовательности, как и батарейного 1-V-1.

КОРОТКОВОЛНОВЫЙ СЕТЕВОЙ КОНВЕРТЕР НА ЛЮБИТЕЛЬСКИЕ ДИАПАЗОНЫ

Коротковолновый конвертер (рис. 72) представляет собой аппарат, который, будучи присоединенным к вещательному приемнику, позволяет вести прием на коротких волнах. Ниже приведено описание конвертера, который с любым длинноволновым приемником даст возможность при-

нимать любительские телефонные и телеграфные станции, работающие на 10-, 14-, 20- и 40-метровых любительских диапазонах.

Он имеет три лампы: смеситель, собранный на лампе L_1 (6Л7), отдельный гетеродин на лампе 6К7 или 6К7 (L_2) и гетеродин для присема телеграфных сигналов, собранный также на лампе 6К7 или 6К7 (L_3).

Настройка на станции производится двояким блоком переменных конденсаторов $C_2—C_7$. Промежуточная частота выбрана около 1 400 кГц. При такой промежуточной частоте значительно ослабляются помехи по зеркальному каналу.

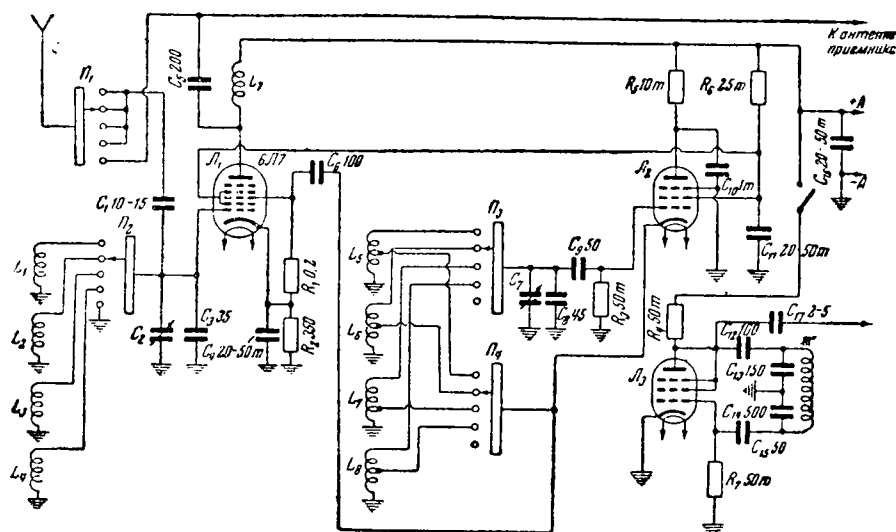


Рис. 72

Нити накала ламп конвертера питаются от небольшого повышающего трансформатора; анодное напряжение берется от вещательного приемника.

Конвертер можно полностью питать от приемника или сделать отдельный выпрямитель.

Детали. Контурные катушки конвертера намотаны на ружейных гильзах или других каркасах диаметром 20 мм проводом ПЭ 0,8. Намотка выполняется с принудительным шагом так, чтобы длина ее независимо от числа витков составляла примерно 10 мм. Исключение составляют катушки 40-метрового диапазона, которые наматываются вплотную.

Количество витков катушек

Диапазоны	10-м		14-м		20-м		40-м	
Катушки	L_1	L_5	L_2	L_6	L_3	L_7	L_4	L_8
Количество витков . . .	4	3,5	6	5,3	9	8,5	18	16
Отвод (от заземленного конца)	—	1,5	—	2	—	3	—	5

Для катушки второго гетеродина L_3 можно использовать контур от любого трансформатора промежуточной частоты, имеющего $f_{\text{пр}}$, равную промежуточной частоте приемника.

Блок переменных конденсаторов настройки C_2 и C_7 можно переделать из двойного блока от вещательного приемника; для каждого конденсатора блок имеет по одной пластине в роторе и статоре. Расстояние между пластинами — около 2 мм.

Данные трансформатора накала следующие: железо Ш-20 или какое-либо другое, близко подходящее по размерам, сечение сердечника — 4 см². Первичная обмотка при напряжении сети 110—120 в должна иметь 1 200 витков провода ПЭ 0,2, а при напряжении в 220 в — 2 400 витков провода ПЭ 0,15. Обмотка накала ламп содержит 70 витков провода ПЭ 0,7—1.

L_7 — длинноволновый дроссель высокой частоты.

Данные постоянных конденсаторов и сопротивлений приведены на схеме (рис. 72).

Конвертер монтируется на металлическом (или обитом металлом) шасси размерами 210 × 160 × 75 мм. Катушки входного контура, блок переменных конденсаторов и трансформатор накала укрепляются сверху, а катушки гетеродина L_5 , L_6 , L_7 и L_8 , переключатель диапазонов и контур второго гетеродина находятся под шасси. Впереди шасси закреплена шкала со стрелкой. Верньер может быть любого типа.

Налаживание. Конвертер подключают к вещательному приемнику, настроенному на частоту 1 400 кГц (230 м). Деление шкалы, на котором установлена стрелка, следует запомнить и при работе с конвертером стрелку всегда ставить точно на это деление. Затем путем сдвига и раздвигания витков подгоняют катушки гетеродина L_5 , L_6 , L_7 и L_8 на любительские диапазоны. Далее таким же способом по наибольшей громкости приема регулируют катушки входного контура L_1 , L_2 , L_3 и L_4 .

При приеме телеграфных станций переключателем Π_5 включают второй гетеродин. Его регулировку производят магнетитовым сердечником или полупеременным конденсатором до желаемого тона биений. Связь второго гетеродина с приемником осуществляется через цепи питания. При недостаточной связи ее следует увеличить, подключив небольшой кусок провода к конденсатору C_{17} , и ввести его внутрь приемника, но ни к чему его не присоединяя.

ДИАПАЗОННЫЙ СЕТЕВОЙ СУПЕР

В приемнике имеется одна ступень усиления высокой частоты, смеситель, отдельный гетеродин, две ступени усиления промежуточной частоты, второй детектор и АРЧ. Для приема телеграфных станций включается второй гетеродин. После детектора идут две ступени усиления низкой частоты.

Приемник имеет регулятор громкости и регулятор чувствительности, с помощью которого может задавать дополнительное отрицательное смещение на сетки ламп усилителя высокой и промежуточной частоты. Промежуточная частота равна 460 кГц. Схема приемника приведена на рис. 73.

В усилителе промежуточной частоты применен кварцевый фильтр. При отсутствии кристалла прием ведется, как при выключенном кварце.

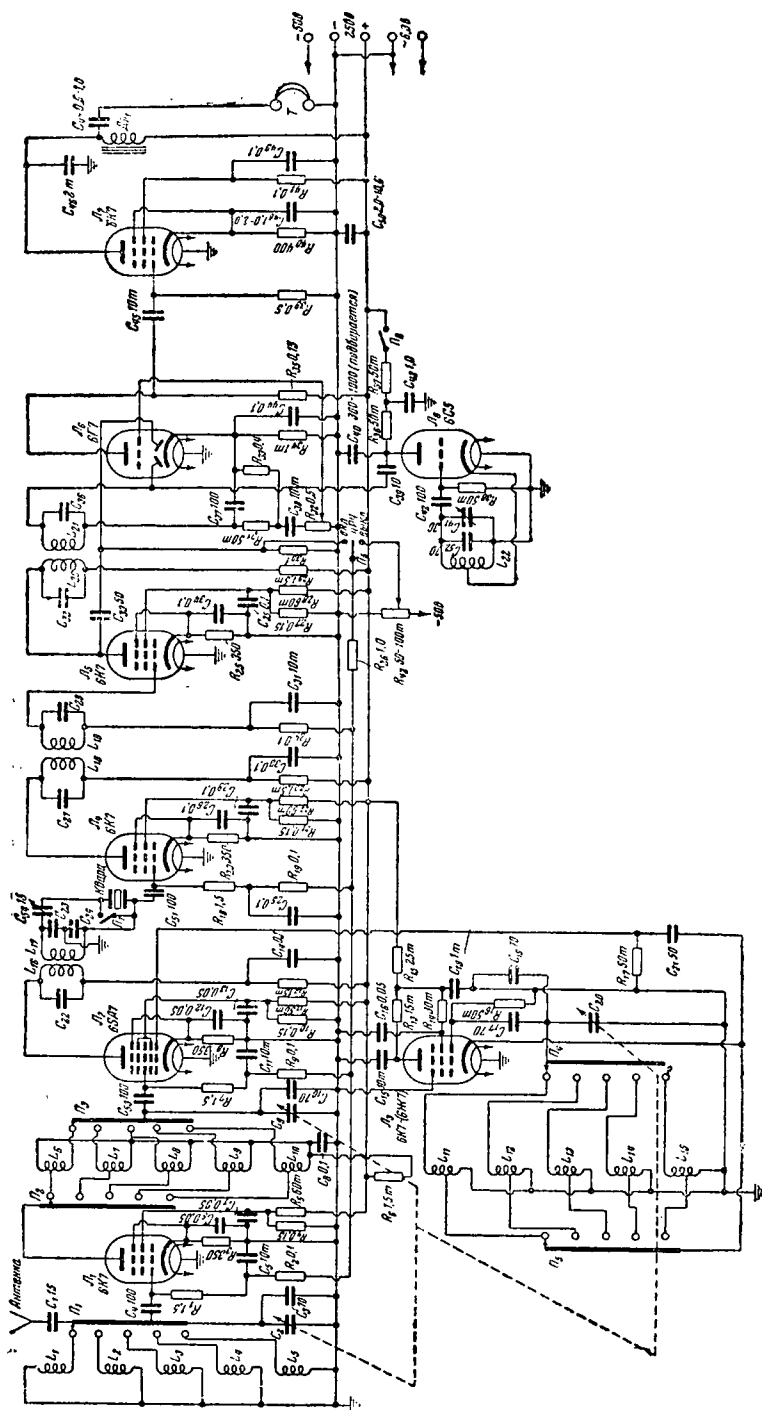


Рис. 73

Для катушки второго гетеродина L_8 можно использовать контур от любого трансформатора промежуточной частоты, имеющего $f_{пр}$, равную промежуточной частоте приемника.

Блок переменных конденсаторов настройки C_2 и C_7 можно переделать из двойного блока от вещательного приемника; для каждого конденсатора блок имеет по одной пластине в роторе и статоре. Расстояние между пластинами—около 2 мм.

Данные трансформатора накала следующие: железо Ш-20 или какое-либо другое, близко подходящее по размерам, сечение сердечника—4 см². Первичная обмотка при напряжении сети 110—120 в должна иметь 1 200 витков провода ПЭ 0,2, а при напряжении в 220 в—2 400 витков провода ПЭ 0,15. Обмотка накала ламп содержит 70 витков провода ПЭ 0,7—1.

L_7 —длинноволновый дроссель высокой частоты.

Данные постоянных конденсаторов и сопротивлений приведены на схеме (рис. 72).

Конвертер монтируется на металлическом (или обитом металлом) шасси размерами 210×160×75 мм. Катушки входного контура, блок переменных конденсаторов и трансформатор накала укрепляются сверху, а катушки гетеродина L_5 , L_6 , L_7 и L_8 , переключатель диапазонов и контур второго гетеродина находятся под шасси. Впереди шасси закреплена шкала со стрелкой. Верньер может быть любого типа.

Настройка. Конвертер подключают к вещательному приемнику, настроенному на частоту 1 400 кГц (230 м). Деление шкалы, на котором установлена стрелка, следует запомнить и при работе с конвертером стрелку всегда ставить точно на это деление. Затем путем сдвигания и раздвигания витков подгоняют катушки гетеродина L_5 , L_6 , L_7 и L_8 на любительские диапазоны. Далее таким же способом по наибольшей громкости приема регулируют катушки входного контура L_1 , L_2 , L_3 и L_4 .

При приеме телеграфных станций переключателем Π_5 включают второй гетеродин. Его регулировку производят магнетитовым сердечником или полупеременным конденсатором до желаемого тона биений. Связь второго гетеродина с приемником осуществляется через цепи питания. При недостаточной связи ее следует увеличить, подключив небольшой кусок провода к конденсатору C_{17} , и ввести его внутрь приемника, но ни к чему его не присоединяя.

ДИАПАЗОННЫЙ СЕТЕВОЙ СУПЕР

В приемнике имеется одна ступень усиления высокой частоты, смеситель, отдельный гетеродин, две ступени усиления промежуточной частоты, второй детектор и АРЧ. Для приема телеграфных станций включается второй гетеродин. После детектора идут две ступени усиления низкой частоты.

Приемник имеет регулятор громкости и регулятор чувствительности, с помощью которого может задавать дополнительное отрицательное смещение на сетки ламп усилителя высокой и промежуточной частоты. Промежуточная частота равна 460 кГц. Схема приемника приведена на рис. 73.

В усилителе промежуточной частоты применен кварцевый фильтр. При отсутствии кристалла прием ведется, как при выключенном кварце.

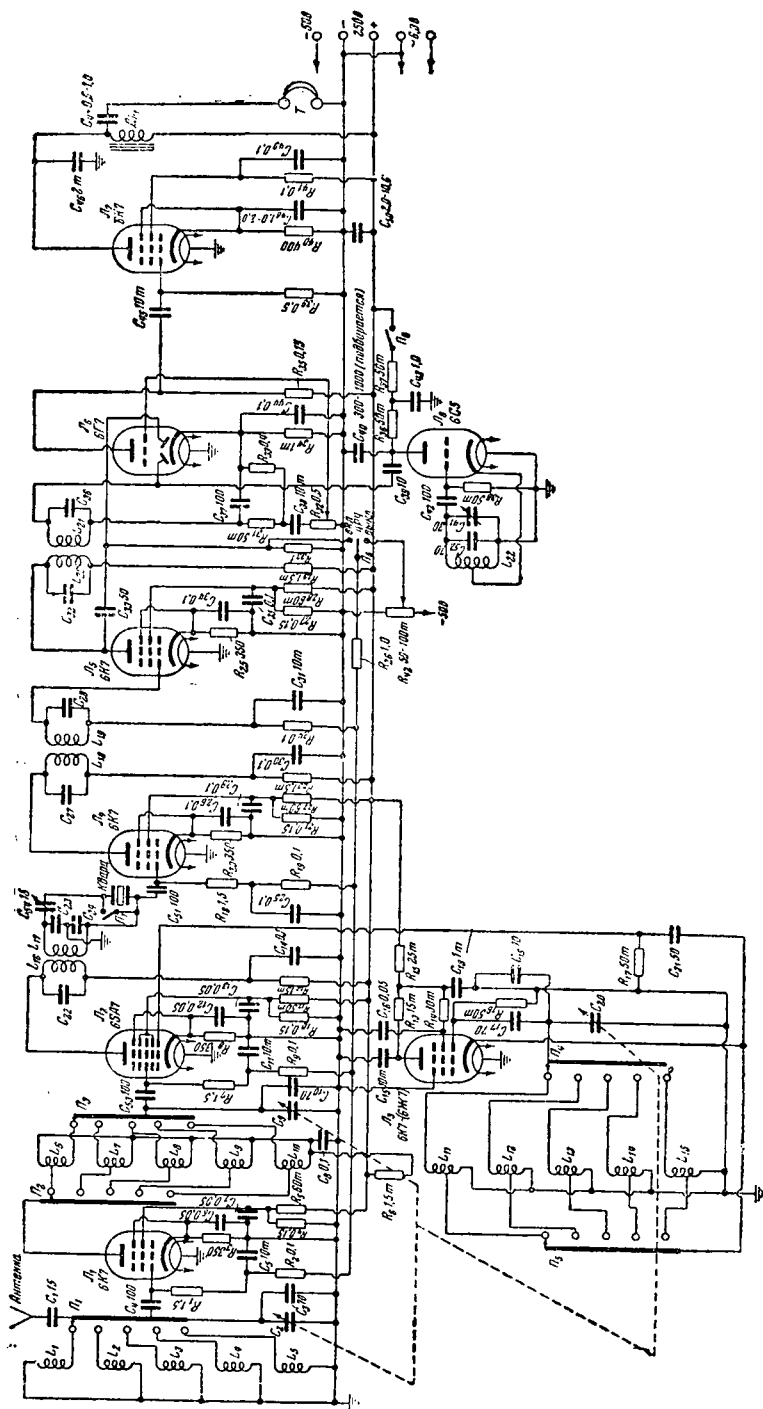


Рис. 73

Тон биений при приеме телеграфных сигналов можно изменить конденсатором C_{41} .

Высокочастотная часть приемника выполнена таким образом, чтобы конструкция входящих в нее катушек была наиболее простой и требовала наименьшего числа переключений. Все контурные катушки намотаны проводом ПЭ 0,6 на каркасах диаметром 17 мм с принудительным шагом так, чтобы длина намотки составляла примерно 14 мм.

Катушки 160-метрового диапазона наматываются вплотную проводом ПЭШО 0,15.

Данные катушек

Диапазоны	10-м			14-м			20-м			40-м			160-м		
Катушки . .	L_1	L_2	L_{11}	L_3	L_7	L_{12}	L_5	L_8	L_{13}	L_4	L_9	L_{14}	L_6	L_{10}	L_{15}
Количество витков . .	3,5	3,5	3,5	5,5	5,5	5,5	8	8	8	18	18	18	64	64	64
Отвод (от заземленного конца) . .	—	3,0	1,5	—	4	2	—	6	3	—	12	5	—	40	9

Строенный блок переменных конденсаторов применен от приемника РСИ-4. В роторе блока оставлено только по одной пластине в каждой секции.

Трансформаторы промежуточной частоты на частоту в 460 кГц могут быть взяты любой конструкции.

Для контура второго гетеродина используют один контур от трансформатора промежуточной частоты, который монтируют в приемнике вместе с экраном. Второй контур трансформатора удаляют. Обычно контурная катушка трансформатора состоит из четырех секций. От первой секции (считая от заземленного конца) делается отвод для обратной связи.

Данные сопротивлений и конденсаторов приведены на принципиальной схеме. Величины емкости конденсаторов C_{23} и C_{24} должны быть одинаковыми и равными удвоенной емкости контура трансформатора C_{22} .

Приемник монтируют на шасси размером 300×230×160 мм. В центре шасси наверху помещают блок переменных конденсаторов, а внизу — переключатель диапазонов и контурные катушки. Антенная секция переключателя и антенные катушки отделены от остальных катушек поперечным экраном.

Настройка приемника следует начать с низкочастотной части и далее производить настройку трансформаторов промежуточной частоты.

После того, как трансформаторы промежуточной частоты будут настроены, перемещением витков катушки контура гетеродина подгоняют приемник на любительские диапазоны.

Затем по наибольшей слышимости также перемещением витков настраивают в резонанс входные контуры и контуры усилителя промежуточной частоты.

При настройке приемника с кварцевым фильтром все трансформаторы промежуточной частоты следует настроить точно на частоту кварца. Для

этого удобнее собрать с имеющимся кристаллом простейший гетеродин или использовать второй гетеродин приемника, включив кварц в его сеточную цепь вместо конденсатора гридлика.

После установки кристалла на место трансформатор фильтра при включенном кварце окажется несколько расстроенным. Установив балансирующий конденсатор C_d на наименьшую слышимый шумов, подстраивают трансформатор фильтра до желаемой полосы пропускания. Наибольшая ширина полосы получится при точной настройке контуров на частоту кварца.

Поиски радиостанций лучше всего производить при широкой полосе, так как из-за очень острой резонансной кривой при узкой полосе легко можно пропустить слабые станции. Найдя нужную станцию, сужают полосу до минимума и затем, изменяя емкость балансирующего конденсатора, вырезают мешающую станцию, если такая имеется.

Таблица данных альсиферовых сердечников

Размер	Сечение	μ	A	B
64 × 40	1,0	60	147	23—25
64 × 40	1,5	60	120	23—25
64 × 40	2,0	60	104	23—25
64 × 40	3,0	60	85	23—25
55 × 32	0,8	60	154	18—20
55 × 32	1,2	60	123	18—20
55 × 32	1,6	60	106	18—20
55 × 32	2,4	60	87	18—20
44 × 28	0,5	60	173	14—16
44 × 28	0,75	60	141	14—16
44 × 28	1,0	60	122	14—16
44 × 28	1,5	60	100	14—16
64 × 40	1,0	30	208	23—25
64 × 40	1,5	30	170	23—25
64 × 40	2,0	30	145	23—25
64 × 40	3	30	116	23—25
55 × 32	0,8	30	213	18—20
55 × 32	1,2	30	175	18—20
55 × 32	1,6	30	150	18—20
55 × 32	2,4	30	123	18—20
44 × 28	0,75	30	200	14—16
44 × 28	1,2	30	173	14—16
44 × 28	1,5	30	141	14—16

РАДИОПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

ВСТУПЛЕНИЕ

Генерирование высокой частоты является одной из важнейших задач радиотехники. Генераторы колебаний высокой частоты в процессе радиосвязи играют не меньшую роль, чем приемные устройства. Приемную часть своей станции любитель доводит до высокой степени совершенства

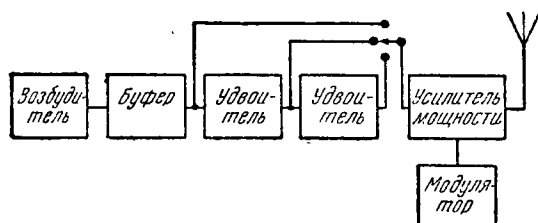


Рис. 74

обычно в период своей работы в качестве радионаблюдателя. Поэтому, когда он становится коротковолновиком, всю свою экспериментальную работу концентрирует на изучении передающего тракта — антенны и передатчиков.

Время, когда радиолюбители применяли в своих радиоустановках простейшие

передатчики с самовозбуждением, минуло давно. Современная «теснота» в эфире настолько значительна, что для успешной работы по радиосвязи надо располагать передающими устройствами, удовлетворяющими очень высоким техническим требованиям. Поэтому в настоящем разделе рассматриваются только передатчики с независимым возбуждением, как более совершенные. Разбор схем с самовозбуждением приведен в разделе задающих генераторов.

Скелетная схема современного передатчика изображена на рис. 74. Рассмотрим отдельные ее части.

УСИЛИТЕЛИ МОЩНОСТИ

Рассмотрение передающего устройства начнем с выходной ступени (усилителя мощности).

Усилитель мощности состоит из генераторной лампы, нагрузочного сопротивления и источника питания (рис. 75).

К управляющей сетке лампы подводится переменная ЭДС от задающего генератора или ступеней предварительного усиления (промежуточных).

Под действием подводимой к сетке лампы ЭДС анодный ток ее становится пульсирующим и переменная составляющая анодного тока создает на нагрузочном сопротивлении колебательное напряжение.

Нагрузочным сопротивлением в анодной цепи лампы обычно является настроенный колебательный контур.

К цепи сетки лампы подводится напряжение возбуждения от предыдущей ступени. Это напряжение имеет вид:

$$u_g = U_{mg} \cos \omega t.$$

Кроме того, к сетке приложено напряжение смещения E_g . Результирующее мгновенное значение напряжения на сетке равно:

$$e_g = U \cos \omega t - E_g,$$

а максимальное значение напряжения на сетке:

$$e_{g \text{ макс}} = U_{mg} - E_g.$$

Благодаря тому, что лампа на участке сетка-катод проводит ток только в одном направлении, в момент, когда $e_g = 0$, в цепи сетки ток будет отсутствовать. Таким образом, в цепи сетки ток протекает только в течение той части периода, когда на сетке имеется положительное напряжение по отношению к катоду.

Мгновенное напряжение на аноде представляет разность между напряжением питающего источника и колебательным напряжением на контуре, т. е. $e_a = E_a - U_m \cos \omega t$ при условии, что анодный колебательный контур настроен на частоту возбуждающего напряжения.

Минимальное напряжение на аноде $e_{a \text{ мин}} = E_a - U_m$ называется остаточным.

Максимальное напряжение на аноде равно $e_{a \text{ макс}} = E_a + U_m$ и обычно бывает близким к удвоенному анодному напряжению E_a .

В момент, когда напряжение на сетке имеет максимальное значение,

$$e_{g \text{ макс}} = U_{mg} - E_g.$$

Напряжение на контуре также будет максимальным (рис. 76), а напряжение на аноде — минимальным.

Амплитуда колебательного напряжения U_m на контуре зависит от величины сопротивления настроенной нагрузки R_{oe} и от величины тока первой гармоники I_{a1} .

$$U_m = I_{a1} R_{oe}.$$

Отношение колебательного напряжения к анодному напряжению называется коэффициентом использования анодного напряжения и выражается так:

$$\xi = \frac{U_m}{E_a}.$$

Наиболее распространенными являются такие режимы, при которых коэффициент $\xi = 0,5 - 0,95$.

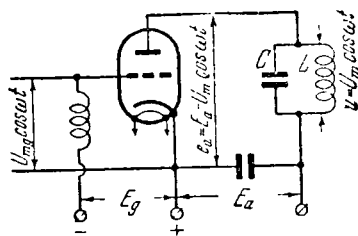


Рис. 75

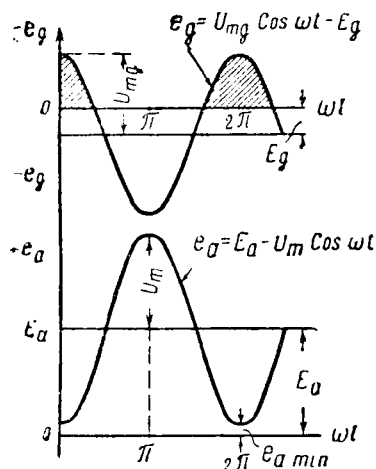


Рис. 76

Классы работы усилителя мощности

Усилители мощности всегда работают при наличии отрицательного смещения на управляющей сетке лампы.

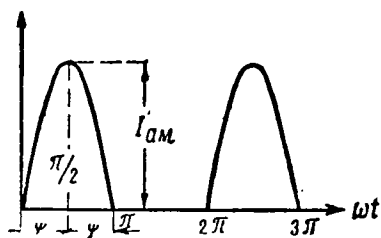


Рис. 77

Известный радиолюбителям режим класса А, широко применяющийся в усилителях низкой частоты, в выходной ступени передатчика не имеет применения. Режим класса А применяется иногда, как будет показано ниже, только в буферных ступенях передатчика.

В усилителях мощности, работающих с отрицательным смещением на сетке, анодный ток имеет импульсный характер. Форма импульса анодного тока зависит

в основном от соотношения между отрицательным смещением на управляющей сетке и амплитудой напряжения возбуждения, а также от величины резонансного сопротивления контура.

Импульс анодного тока усилителя, работающего в режиме класса В, как известно, имеет косинусоидальную форму (рис. 77). С такой формой импульса часто работают выходные ступени в режиме максимальной мощности. Класс В, как известно, позволяет получить более высокий коэффициент полезного действия (КПД) и спясть с лампы значительно большую мощность, чем в случае работы в режиме класса А.

Для целей еще большего повышения КПД обычно применяют в выходных ступенях режим класса С. В окончательных усилителях низкой частоты режим класса С совершенно не применяется по причине появления очень больших нелинейных искажений.

Вообще импульс анодного тока при работе усилителя мощности в классах В и С может иметь сложную форму. Формы основных импульсов анодного тока показаны на рис. 78. Такой импульс может быть представлен как сумма постоянной составляющей и синусоидальных токов основной частоты и их гармоник. Большое количество интенсивных гармоник в составе импульса анодного тока и является причиной нелинейных искажений.

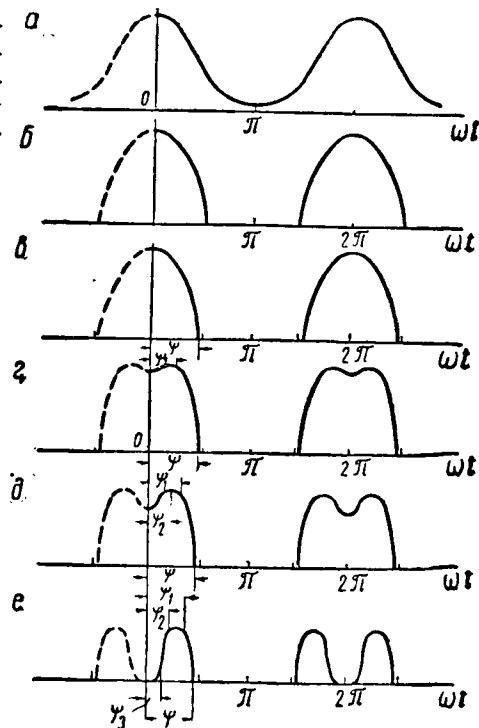


Рис. 78

Как указывалось выше, нагрузкой выходной ступени в радиопередающих устройствах обычно является колебательный контур, настроенный в резонанс с основной частотой—первой гармоникой импульса анодного тока. Колебательный контур коротковолнового передатчика для постоянной составляющей анодного тока представляет ничтожно малое сопротивление (тысячные доли ома). Для переменной составляющей основной частоты контур, настроенный в резонанс с этой частотой, представляет наибольшее сопротивление, равное:

$$R_{oe} = K \frac{L}{Cr_k}.$$

Здесь K —коэффициент пропорциональности, зависящий от размерности L и C . Если L выражено в мкгн и C —в пф , то $K=10^6$. L —индуктивность колебательного контура, C —его емкость и r_k —активное сопротивление контура в омах. Сопротивление колебательного контура токам гармонических составляющих обычно мало. Переменные напряжения, создаваемые этими токами на колебательном контуре, не превосходят 10% от напряжения основной частоты. Это дает основание с успехом применять режим класса C в оконечных усилителях передатчика.

Из различных форм импульса анодного тока видно, что в первом случае при работе усилителя мощности в классе A (рис. 78, *а*) анодный ток протекает в течение всего периода, изменяясь только по величине.

При работе в режиме класса B (рис. 78, *б*) анодный ток при напряжении на управляющей сетке, равном нулю, также примерно равен нулю. Таким образом, в рассматриваемом случае анодный ток будет протекать примерно только в течение половины периода. Условно половину той части периода, в течение которой протекает анодный ток, называют нижним углом отсечки анодного тока и обозначают буквой ϕ . Для усилителей, работающих в режиме класса B , угол отсечки ϕ равен примерно 90° .

При работе усилителя в режиме класса C (рис. 78, *в*) отрицательное смещение на управляющую сетку лампы выбирается таким, чтобы анодный ток протекал в течение времени, меньшего половины периода. Угол отсечки анодного тока в этом случае будет меньше 90° .

Усилители класса C характеризуются высоким коэффициентом полезного действия.

Переход от режима работы одного класса к другому осуществляется прежде всего изменением отрицательного смещения на управляющей сетке и изменением напряжения возбуждения. Напряжение смещения может быть определено простейшим образом. Для класса A смещение на сетке лампы определяется абсциссой средней точки прямолинейного участка характеристики лампы, как показано на рис. 79 (точка A). Смещение для режима класса B определяется отрезком, отсегаемым на горизонтальной оси продолжением прямолинейной части характеристики лампы (рис. 79, точка B).

Отрицательное смещение для класса C выбирается больше, чем для класса B .

Увеличение КПД усилителя мощности и повышение для этого коэффициента использования анодного напряжения приводит к работе усилителя с большими токами сетки. Ранее было показано, что минимальное значение мгновенного напряжения на аноде получается в тот момент, когда

результатирующее напряжение на сетке достигает максимального значения. В этом случае остаточное напряжение на аноде может быть меньше максимального напряжения на сетке. В результате этого импульс анодного тока в своей верхней части утратит остроконечную форму и может иметь впадину или даже полное раздвоение. Для характеристики такого вида импульсов уже недостаточно одного угла нижней отсечки. Усеченный импульс (рис. 78, з) характеризуется, кроме угла нижней отсечки ψ , еще углом ψ_1 верхней отсечки. Импульс с небольшой впадиной характеризуется тремя углами отсечки: ψ , ψ_1 и ψ_2 (рис. 78, д).

Импульс с полной впадиной или раздвоением характеризуется наличием четырех углов отсечки: ψ , ψ_1 , ψ_2 и ψ_3 (рис. 78, е). Последняя форма импульса анодного тока бывает тогда, когда остаточное напряжение на аноде достигает нулевого или даже отрицательного значения. В этом случае токи сетки по своей величине могут быть равными анодному току. Все эти искажения формы импульса анодного тока являются следствием перераспределения тока в лампе между различными ее электродами. Нормальным рабочим режимом нагруженного усилителя мощности является такой, при котором импульс анодного тока является усеченным или имеет легкую впадину.

В режим с раздвоенным импульсом или с глубокой впадиной

нормально отрегулированный усилитель мощности переходит при уменьшении связи с антенной; такой режим не является рабочим.

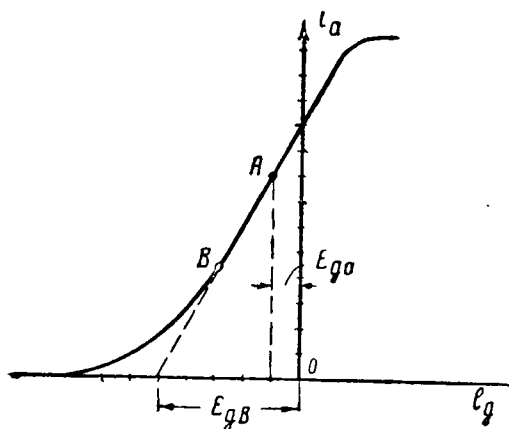


Рис. 79

Расчет режима выходной ступени

Основными факторами, характеризующими работу выходной ступени передатчика, являются: подводимая мощность, колебательная мощность и мощность, рассеиваемая на анодах ламп. Под подводимой понимается мощность, потребляемая выходной ступенью от источника анодного питания.

Колебательная мощность генератора — это полезная мощность, выделяемая в колебательном контуре. Мощность, рассеиваемая на анодах ламп, является разностью подводимой и колебательной мощностей.

Первый из рассмотренных выше режимов, когда импульс анодного тока имеет остроконечную форму, характеризуется малыми токами сетки, значительной постоянной составляющей анодного тока и значительной мощностью, рассеиваемой на анодах ламп. Этот режим носит название недонапряженного режима и имеет место при $\xi < \xi_{\text{опт}}$ и $R_{\text{ос}} < R_{\text{ос опт}}$.

Второй режим, когда импульс анодного тока имеет плоскую вершину и характеризуется повышением сеточных токов и максимальной

колебательной мощностью, принято называть оптимальным, или критическим, режимом. Этот режим имеет место при $\xi = \xi_{\text{опт}}$ и $R_{\text{ое}} = R_{\text{ое опт}}$.

Третий режим, когда в импульсе анодного тока появляется впадина, характеризуется сильным возрастанием сеточных токов, уменьшением колебательной мощности, постоянной составляющей анодного тока и мощности, рассеиваемой на анодах ламп. Этот режим носит название перенапряженного режима и имеет место при $\xi > \xi_{\text{опт}}$ и $R_{\text{ое}} > R_{\text{ое опт}}$.

Следует отметить, что максимум колебательной мощности и максимальный коэффициент полезного действия достигаются при разных режимах генератора.

Если максимальная колебательная мощность получается в оптимальном режиме, то максимальный коэффициент полезного действия достигается при перенапряженном режиме.

Из этих соображений наиболее целесообразным режимом является такой, при котором колебательная мощность и КПД близки к максимальным значениям. Этот режим является слегка перенапряженным и характеризуется импульсом с легкой впадиной при $\phi \cong 80^\circ$ и $\phi_1 = 15 - 20^\circ$.

При расчете режима выходной ступени известной обычно является колебательная мощность. По заданной колебательной мощности производится выбор типа генераторной лампы. Ориентировочно при работе выходной ступени в классе В максимальная колебательная мощность, которую можно получить от лампы, определяется по одной из следующих формул:

- а) усилитель мощности на триоде: $P_{\text{г макс}} = 0,16 \cdot I_s \cdot E_a$,
 б) " " " тетроде: $P_{\text{г макс}} = 0,15 \cdot I_s \cdot E_a$,
 в) " " " пентоде и лучевом тетроде: $P_{\text{г макс}} = 0,2 \cdot I_s \cdot E_a$.

Здесь I_s — эмиссия катода лампы и E_a — анодное напряжение. При таком расчете надо учитывать, что мощность, рассеиваемая на аноде, не должна превышать допустимую величину для данной лампы.

Произведя выбор лампы, следует задаться рабочей формой импульса анодного тока и определить коэффициенты анодного тока основной частоты (первой гармоники) и постоянной составляющей. Эти коэффициенты для основных рациональных режимов приведены в таблице. Для усилителей мощности обычно выбирают угол ϕ нижней отсечки в пределах $70 - 110^\circ$ и угол верхней отсечки ϕ_1 , равный $0 - 20^\circ$.

Дальнейший порядок расчета может быть следующим.

1. Выбираем форму импульса с нижней отсечкой $\phi = 80^\circ$ и верхней отсечкой $\phi_1 = 15^\circ$. Коэффициент первой гармоники для этого режима $\alpha_1 = 0,488$ и постоянной составляющей $\alpha_0 = 0,296$.

2. Выбираем возможный для данного типа коэффициент использования анодного напряжения из таблицы, приведенной ниже.

Род лампы	Допустимый коэф. использ. анодного на- пряжения — $\xi_{\text{опт}}$	Из этой таблицы следует, что пентоды и лучевые тетроды допускают на- илучшее использование анодного напряжения.
Триод	0,8	
Тетрод	0,75	
Пентод и лучевой тетрод	0,95	

3. Определяем амплитуду колебательного напряжения на контуре из следующего выражения:

$$U_m = \xi E_a = 0,95 E_a \text{—для пентодов.}$$

4. Определяем амплитуду колебательного тока основной частоты и постоянную составляющую анодного тока:

$$I_{a1} = \frac{2 P_1}{U_m} \text{ и } I_{a0} = I_{a1} \frac{a_0}{a_1} = I_{a1} \frac{0,296}{0,488}.$$

5. Определяем величину необходимого резонансного сопротивления колебательного контура для получения на нем расчетной величины колебательного напряжения:

$$R_{oe} = \frac{U_m}{I_{a1}}.$$

6. Далее подсчитываем мощность, подводимую к лампе:

$$P_0 = I_{a0} \cdot E_a.$$

7. Колебательная мощность в контуре определяется так:

$$P_s = \frac{I_{a1} U_m}{2}.$$

8. Теперь можем определить мощность, рассеиваемую на аноде лампы, выделяющуюся в виде тепла:

$$P_a = P_0 - P_s.$$

9. Далее определяем коэффициент полезного действия (КПД) по анодной цепи:

$$\eta_a = \frac{P_s}{P_0}.$$

10. Наконец производим расчет режима сеточной цепи.

а) Напряжение возбуждения:

$$U_{mg} = \frac{I_m}{S (\cos \psi_1 - \cos \psi)} + D U_m.$$

Здесь I_m —амплитуда анодного тока лампы выходной ступени.

$I_m = \frac{I_{a1}}{a_1}$; S —крутизна характеристики лампы; D —проницаемость лампы и U_m —амплитуда колебательного напряжения основной частоты на анодном контуре выходной ступени.

В случае применения ламп с малой проницаемостью—пентодов и тетродов—слагаемое $D U_m$ имеет небольшое значение в сравнении с первым слагаемым и им можно пренебречь.

б) Напряжение смещения лампы можно определить следующим образом:

$$E_g = E_{gB} + (U_{mg} - D U_m) \cos \psi.$$

Здесь E_g —отрицательное напряжение смещения, E_{gB} —отрицательное смещение, соответствующее режиму класса В.

Для определения E_{gB} необходимо иметь несколько характеристик анодного тока лампы в зависимости от напряжения на сетке. Из числа

таких характеристик берется та, которая соответствует выбранной величине анодного напряжения E_{a_0} . Прямолинейная часть выбранной характеристики продолжается до пересечения с горизонтальной осью. Отрезок, отсекаемый на этой оси, будет численно равен E_{gB} (рис. 79).

Для тетродов и пентодов в этом случае DU_m много меньше U_{mg} , поэтому $E_g = E_{gB} + U_{mg} \cos \psi$. В случае работы усилителя мощности в режиме класса B, когда $\psi = 90^\circ$, $\psi_1 = 0$, напряжение смещения $E_g = E_{gB}$.

Примерный расчет. Произвести расчет режима усилителя мощности при заданной колебательной мощности в контуре $P_i = 120$ вт.

Выбираем в качестве генераторной лампы Г-414. Основные параметры ее следующие: $E_{a_0} = 1500$ в, $E_{g_2} = 350$ в, $E_{g_3} = 40$ в, $I_a \cong 600$ ма, $P_a = 100$ вт, $\mu = 400$.

1. Задаемся импульсом анодного тока.

$$\psi = 80^\circ \text{ и } \psi_1 = 15^\circ.$$

Для такого импульса $\alpha_1 = 0,488$ и $\alpha_0 = 0,296$.

2. Выбираем коэффициент использования анодного напряжения $\xi = 0,93$.

3. Определяем амплитуду колебательного напряжения на контуре:

$$U_m = \xi \cdot E_a = 0,93 \cdot 1500 = 1395 \text{ в.}$$

4. Находим необходимую амплитуду тока первой гармоники частоты, обеспечивающую заданную мощность:

$$I_{a_1} = \frac{2 P_i}{U_m} = 2 \frac{120}{1395} = 0,172 \text{ а.}$$

5. Теперь определяем амплитуду импульса анодного тока:

$$I_m = \frac{0,172}{0,488} = 0,350 \text{ а.}$$

6. После этого подсчитываем величину постоянной составляющей анодного тока:

$$I_{a_0} = I_m \cdot \alpha_0 = 0,350 \cdot 0,296 = 0,105 \text{ а} = 105 \text{ ма.}$$

Это значение тока покажет миллиамперметр, включенный в анодную цепь выходной ступени.

7. Далее находим подводимую мощность к анодной цепи выходной ступени:

$$P_o = I_{a_0} \cdot E_a = 0,105 \cdot 1500 = 158 \text{ вт.}$$

8. Мощность, рассеиваемая на аноде лампы, будет достигать:

$$P_{a_0} = P_o - P_i = 158 - 120 = 38 \text{ вт.}$$

Полученная величина рассеиваемой мощности на аноде значительно меньше допустимой $P_{a_0} = 100$ вт.

9. Определяем коэффициент полезного действия по анодной цепи:

$$\eta_a = \frac{P_i}{P_o} = 0,76 = 76\%.$$

10. Определяем амплитуду возбуждающего напряжения:

$$U_{mg} = \frac{I_m}{S (\cos \psi_1 - \cos \psi)} + DU_m = \frac{350}{5 (0,967 - 0,174)} + 3,5 = 91,5 \text{ в.}$$

$$\cos \psi_1 = \cos 15^\circ = 0,967,$$

$$\cos \psi = \cos 80^\circ = 0,174,$$

$$D = \frac{1}{\mu} = \frac{1}{400} = 0,0025,$$

$$S = 5 \frac{\text{ма}}{\text{с}}.$$

Для данного случая вторым слагаемым можно пренебречь.

11. Определяем величину отрицательного смещения на управляющей сетке:

$$E_g = (U_{mg} - DU_m) \cos \psi + E_{gB} = (91,5 - 3,5) \cos 80^\circ + E_{gB} = 88 \cdot 0,174 + E_{gB} = 15,3 + 30 = 45 \text{ в.}$$

Из характеристики находим, что $E_{gB} = 30 \text{ в.}$

12. Для получения расчетного режима сопротивление нагрузки в анодной цепи должно быть равно:

$$R_{oe} = \frac{U_m}{I_{a1}} = \frac{1395}{0,172} = 8100 \text{ ом.}$$

На этом расчет режима заканчивается. Обращает на себя внимание значительная величина сопротивления анодной нагрузки R_{oe} . Такое высокое сопротивление нагрузки на любительских диапазонах, охватывающих наиболее короткие волны, обеспечить практически невозможно. Следовательно, не может быть обеспечен и расчетный режим. Как указывалось ранее, сопротивление одиночного колебательного контура может быть подсчитано следующим образом:

$$R_{oe} = \frac{L \text{ мкг}}{C \text{ пф } r_k} \cdot 10^6 \text{ ом.}$$

Для получения возможно большего сопротивления контура следует стремиться к увеличению L за счет уменьшения C и r_k . Активное сопротивление потерь для хороших контуров на 10- и 20-метровых диапазонах составляет 5—6 ом. Емкость C включает в себя целый ряд емкостей различных элементов схемы, из которых основными являются следующие:

- а) выходная емкость лампы, составляющая у пентодов 15—20 пф;
- б) емкость конденсатора настройки;
- в) собственная емкость катушки самоиндукции;
- г) емкость монтажа.

Таким образом, $C = C_{\text{лам}} + C_{\text{конд}} + C_{\text{кат}} + C_{\text{монт.}}$

Для получения хорошего контура необходимо стремиться к возможному уменьшению емкости.

Практически в колебательных контурах любительских передатчиков удается получить емкость порядка 40—50 пф, наименьшую из возможных.

По этой причине резонансное сопротивление даже одиночного колебательного контура на диапазоне самых коротких волн (на 10-метровом любительском диапазоне) составляет всего лишь 3 000—4 000 ом. Нагруженный цепью антенны контур будет обладать еще более низким сопротивлением.

Совершенно очевидно, что такое низкое сопротивление колебательного контура не удовлетворяет требованиям, полученным в нашем примере расчетным путем. Следовательно, на этом диапазоне наша выходная ступень будет работать в отличном от расчетного режиме. Это будет режим недонапряженный. В этом случае для облегчения режима генератора и повышения его коэффициента полезного действия по анодной цепи обычно принимают следующие меры

1. Применяют пониженное анодное напряжение. Эта мера для сохранения заданной мощности потребует увеличения амплитуды тока основной частоты. Одновременно для обеспечения расчетного режима потребуются меньшее значение величины нужного предела сопротивления контура $R_{ог}$.

2. Рациональным способом монтажа добиваются уменьшения $C_{модт}$.

В крайнем случае при работе на этом диапазоне отключают от контура конденсатор и настройку производят вариометром.

Ниже в таблице приведены результаты расчета режима выходной ступени по заданным условиям предыдущего примера, но с пониженным анодным напряжением до 1000 в. Для сравнения одновременно приводятся данные расчета для анодного напряжения $E_a = 1\,500$ в.

	$E_a = 1\,500$ в	$E_a = 1\,000$ в
1. Коэффициент использования анодного напряжения— ξ	0,93	0,93
2. Амплитуда колебательного напряжения— U_m	1,395 в	930 в
3. Амплитуда тока первой гармоники— I_{a1}	0,172 а	0,230 а
4. Максимальный импульс анодного тока— I_m	0,350 а	0,470 а
5. Постоянная составляющая анодного тока— I_{a0}	0,105 а	0,140 а
6. Подводимая мощность— P_o	158 вт	140 вт
7. Рассеиваемая мощность— $P_{a0} = P_o - P_1$	38 вт	20 вт
8. Коэффициент полезного действия— $\eta = \frac{P_1}{P_o}$	76%	85%
9. Амплитуда напряжения возбуждения— U_{mg}	91,5 в	119 в
10. Напряжение смещения— E_g	—45 в	—50 в
11. Оптимальное сопротивление колебательного контура— $R_{ог}$	8 100 ом	4 000 ом

Приведенные расчеты являются исходными и уточняются в процессе налаживания выходной ступени. Для правильного налаживания передатчика по рассчитанному режиму требуется включение (на период налаживания) ряда измерительных приборов. Схема выходной ступени с включенными измерительными приборами приведена на рис. 80. Всего потребуется четыре следующих измерительных прибора: 1) вольтметр для измерения анодного напряжения, 2) вольтметр для измерения напряжения смещения, 3) анодный миллиамперметр, 4) миллиамперметр для

измерения тока управляющей сетки. Все вольтметры и миллиамперметры в крайнем случае могут быть заменены одним универсальным прибором. При регулировке выходной ступени сначала устанавливаются по показаниям приборов данные режима, полученные при расчете. Анодный ток I_{a0} при настройке анодного колебательного контура в резонанс и при отсутствии связи с антенной должен быть значительно меньше расчетной величины, а сеточный ток — достаточно большим.

Дальнейшая регулировка будет проводиться изменением связи с антенной или ее эквивалентом. Усиливая эту связь и подстраивая колебательный контур в резонанс, добиваются установления анодного тока лампы, соответствующего расчетному его значению. В этой стадии регулировки следует все время поддерживать постоянной амплитуду возбуждения. Как правило, при этом придется уменьшать связь с предоконечной ступенью, потому что по мере увеличения связи с антенной сеточный

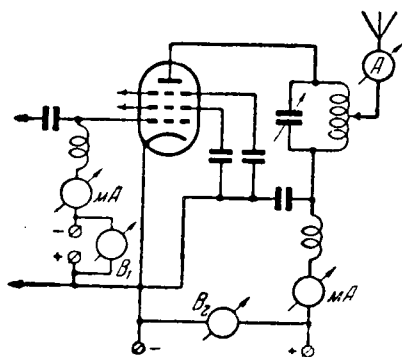


Рис. 80

ток лампы будет убывать и этим самым разгружать предоконечную ступень. У нормально отрегулированной выходной ступени сеточный ток должен составлять 10—15% от анодного тока для триодных усилителей и 4—8% — для пентодных и тетродных усилителей. При легкой расстройке анодного контура анодный ток должен увеличиваться на 10—15%. Максимальные показания прибора или индикатора, включенного в антенну, должны совпадать с минимальным показанием анодного миллиамперметра при настройке колебательного контура. Отсутствие такого совпадения является признаком воз-

можности возникновения паразитного самовозбуждения в усилителе мощности. Наличие последнего будет указывать на то, что выходная ступень смонтирована технически неправильно и что следует рационализировать монтаж: усилить экранировку, развязку цепей питания и т. д.

Нейтрдинирование

В настоящее время подавляющая масса наших радиолюбителей применяет в выходных ступенях передатчиков пентоды и лучевые тетроды, у которых емкость между анодом и управляющей сеткой очень мала — 0,1—0,2 пф. Столь малая величина емкости между сеткой и анодом обеспечивает хорошую развязку между сеточной и анодной цепями ступени. При увеличении междueleктродной емкости создаются благоприятные условия для самовозбуждения ступени и возникновения паразитных колебаний. Усилитель мощности на триоде представляет собой одну из разновидностей схем самовозбуждающихся генераторов. Для устранения явления самовозбуждения в триодных усилителях применяется нейтрализация емкости анод-сетка. Основными схемами нейтрализации являются схемы сеточного и анодного нейтрдинирования. Принципиальная схема анодного нейтрдинирования приведена на рис. 81, а

и б и сеточного—на рис. 82. На практике в основном используется анодное нейтринирование по схеме емкостного моста (рис. 81, б).

Схема сеточного нейтринирования применяется редко, так как она не полностью устраняет возможность возникновения самовозбуждения. Практически нейтринирование производится следующим образом.

Снимается анодное напряжение с данной ступени и с анодным колебательным контуром связывается чувствительный индикатор. При вклю-

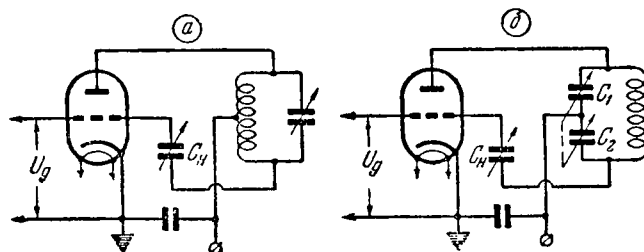


Рис. 81

чением передатчика изменением емкости нейтринного конденсатора определяется момент, при котором прохождение колебаний высокой частоты из цепи сетки в анодный колебательный контур будет наименьшим. Минимум определяется по упомянутому выше индикатору. Это положение нейтринного конденсатора и является искомым. Поэтому, отсоединив индикатор и подав анодное напряжение, можно включать усилитель на работу.

ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ СТУПЕНИ ПЕРЕДАТЧИКА

После расчета выходной ступени можно переходить к расчету промежуточных ступеней передатчика. Настройка и расчет промежуточных ступеней радиолюбители обычно уделяют незаслуженно мало внимания. Между тем от работы промежуточных ступеней во многом зависит и стабильность частоты задающего генератора, и колебательная мощность, которую может развить выходная ступень передатчика. В современном любительском передатчике промежуточных ступеней бывает не меньше числа рабочих диапазонов передатчика. Эти ступени обычно являются удвоителями частоты. Каждая из них имеет перекрытие по частоте только в пределах одного любительского диапазона и по очереди (в зависимости от рабочей частоты выходной ступени) выполняет роль предоконечной ступени. Поэтому ряд ступеней, стоящих до усилителя, возможно рассчитывать для одних и тех же рабочих условий.

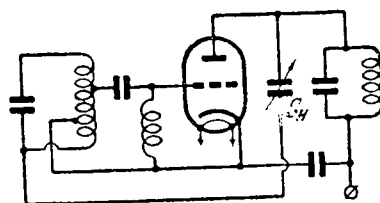


Рис. 82

Расчет предоконечной ступени

Как уже указывалось, предоконечная ступень любительского передатчика работает чаще всего в режиме удвоения. Исходными данными

для расчета предоконечной ступени является мощность, потребляемая сеточной цепью выходной ступени.

Из расчета выходной ступени передатчика известны амплитуда возбуждения U_{mg} , напряжение смещения E_g и минимальное напряжение на аноде. Из статических характеристик лампы определяется максимальное значение сеточного тока I_{gm} в момент, когда мгновенное значение напряжения на сетке лампы выходной ступени имеет максимальное значение $e_{g \text{ макс}} = U_{mg} - E_g$, а напряжение на аноде лампы имеет минимальное значение $e_{a \text{ мин}} = E_a - U_m$.

Далее по известным значениям I_{gm} и U_{mg} определяется мощность, расходуемая в цепи сетки выходной ступени:

$$P_g = 0,5 I_{gm} U_{mg}.$$

Расчетная мощность предоконечной ступени определяется мощностью, расходуемой в цепи сетки оконечной ступени, и коэффициентом полезного действия η_k колебательного контура предоконечной ступени, зависящим от степени связи с цепью сетки лампы выходной ступени.

Обычно этот коэффициент η_k выбирают равным 0,5, т. е. ведут расчет на удвоенную мощность, потребляемую в цепи сетки, равную:

$$P_{\text{расч}} = I_{gm} U_{mg}.$$

Как указывалось ранее, предоконечная ступень любительских передатчиков обычно работает в режиме удвоения. В удвоителе анодный контур настроен на 2-ю гармонику. Исследования показывают, что 2-я гармоника наиболее выражена в остроконечном импульсе анодного тока с углом нижней отсечки $\psi = 60 - 70^\circ$. При остроконечном импульсе с углом отсечки $\psi = 60^\circ$ коэффициент 2-й гармоники $\alpha_2 = 0,275$. Коэффициент использования анодного напряжения ξ в этом случае не может быть получен больше, чем 0,9. Коэффициент полезного действия бывает не более 0,5, и принято считать, что от одной и той же лампы можно получить в режиме удвоения мощность в два раза меньшую, чем в режиме усиления.

Примерный расчет. Рассчитать предоконечную ступень, используемую в режиме удвоения для возбуждения оконечной ступени, рассчитанной в предыдущем примере.

Расчет ведется в такой последовательности.

1. Определяем мощность, потребляемую в цепи сетки оконечной ступени:

$$P_g = 0,5 I_{gm} \cdot U_{mg} = 91,5 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \cdot 5 = 3,7 \text{ вт.}$$

Для определения I_{gm} находим максимальное напряжение на сетке—
 $e_{g \text{ макс}} = U_{mg} - E_g = 91,5 - 45 = 46 \text{ в}$ и минимальное напряжение на аноде—
 $e_{a \text{ мин}} = E_a - U_m = 1500 - 1395 = 105 \text{ в.}$

Далее по характеристикам лампы Г-414 определяем, что $I_{gm} = 80 \text{ ма.}$

2. Определяем расчетную мощность удвоителя:

$$P_{\text{расч}} = 2 \cdot P_g = 2 \cdot 3,7 = 7,5 \text{ вт.}$$

Выбираем для предоконечной ступени лампу 6V6 с параметрами:

$$E_a = 300 \text{ в, } E_{g2} = 200 \text{ в, } S = 4,1, \mu = 218.$$

3. Определяем амплитуду колебательного напряжения на контуре удвоителя:

$$U_m = E_a \cdot \xi = 300 \cdot 0,9 = 270 \text{ в.}$$

4. Определяем необходимую амплитуду тока второй гармоники, обеспечивающей заданную мощность в контуре:

$$I_{a2} = \frac{P_2}{U_m} = \frac{7,5}{270} = 28 \text{ ма.}$$

5. Определяем максимальное значение импульса анодного тока I_m при $\alpha_2 = 0,275$:

$$I_m = \frac{I_{a2}}{\alpha_2} = \frac{28}{0,275} = 105 \text{ ма.}$$

6. Определяем амплитуду напряжения возбуждения:

$$U_{mg} = \frac{I_m}{\Delta (1 - \cos \psi)} + 2DU_m (1 + \cos \psi), \text{ где } \cos \psi = \cos 60^\circ = 0,5.$$

$$U_{mg} = \frac{105}{4,1 \cdot 0,5} + 2 \cdot \frac{270}{218} \cdot 1,5 \cong 55 \text{ в.}$$

7. Определяем величину напряжения смещения:

$$\begin{aligned} E_g &= U_{mg} \cos \psi - DU_m \cos 2\psi + E_{gm} = \\ &= 55 \cdot 0,5 + \frac{270}{218} \cdot 0,87 + 25 = 52 \text{ в.} \end{aligned}$$

8. Определяем величину резонансного сопротивления колебательного контура для обеспечения заданного режима:

$$R_{oe} = \frac{U_m}{I_{a2}} = \frac{270}{28} \cong 980 \text{ ом.}$$

Буферная ступень передатчика

В любительских передатчиках с плавным диапазоном для максимального уменьшения влияния последующих ступеней на частоту задающего генератора необходимо применять буферную ступень между задающим генератором и последующими ступенями передатчика.

Рабочий режим этой ступени отличается от режимов всех других ступеней тем, что буферная ступень работает при полном отсутствии сеточных токов.

Для получения лучшей развязки сеточной и анодной цепей в буферной ступени следует применять пентоды или лучевые тетроды. Необходимость работы только в области отрицательных напряжений на сетке заставляет применять лампы, у которых анодный ток может достигать необходимых значений при отрицательных напряжениях на сетке.

Буферная ступень может работать в режимах классов *A* и *B*. Класс *B* будет предпочтительнее, так как в этом случае лампа буферной ступени работает в более легком режиме. Но довольно часто применяется и режим класса *A*, особенно в тех случаях, когда задающий генератор для получения высокой устойчивости частоты поставлен в режим очень малой мощности.

Во всех случаях при налаживании буферной ступени надо следить, чтобы не появлялись сеточные токи. Для этого на время налаживания ступени включают в цепь сетки чувствительный миллиамперметр.

Отрицательное смещение на управляющую сетку буферной ступени, а также промежуточной и выходной ступеней лучше всего подавать от отдельного источника напряжения.

ВОЗБУДИТЕЛИ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЬСКИХ РАДИОПЕРЕДАТЧИКОВ

Нормы и условия стабильности частоты возбудителей

Современные условия радиообмена на любительских диапазонах заставляют применять узкополосные приемники.

Это в свою очередь ставит высокие требования к любительским передатчикам в отношении норм стабильности частоты.

Избирательность современного любительского приемника с кварцевым фильтром при телеграфном приеме может быть доведена до 200 гц. Следовательно, к любительскому передатчику надо предъявлять требование, чтобы его частота за время проведения одной связи «уходила» не более чем на 100—150 гц.

В относительных величинах для одного из самых распространенных любительских диапазонов (для 20-метрового) указанная норма будет составлять от 0,007% до 0,01%.

Такие требования в отношении соблюдения стабильности частоты являются очень высокими и практически могут соблюдаться при любительских конструкциях передатчиков только в течение короткого промежутка времени, т. е. в течение одной связи продолжительностью 10—20 минут.

Основными причинами, вызывающими изменение частоты задающего генератора передатчика, являются:

- 1) механические деформации деталей задающего генератора, соединительных проводов и каркаса;
- 2) деформации деталей и изменения их электрических свойств, вызванные колебаниями теплового режима;
- 3) реакция последующих ступеней на частоту задающего генератора;
- 4) изменения влажности воздуха и атмосферного давления.
- 5) изменения напряжения источников питания передатчика.

Для уменьшения влияния каждого из указанных факторов на частоту задающего генератора при конструировании, постройке и регулировке передатчика необходимо принимать следующие основные меры.

1. Для уменьшения влияния механических деформаций на частоту задающего генератора надо изготовлять механически прочную конструкцию задающего генератора и цепи сетки следующей за ним ступени. Все детали этих ступеней должны быть настолько жестко укреплены, чтобы толчки и вибрации не вызывали изменений их электрических параметров. Шасси задающего генератора и его экраны также должны быть прочными и иметь надежное крепление. В целях уменьшения влияния механических деформаций экранов следует все высокочастотные детали и монтажные проводники задающего генератора располагать возможно дальше

от экранов. Большое значение также имеет рациональное выполнение монтажа задающего генератора: применение коротких монтажных проводников, надежное их крепление, прочность пайки.

Лампа задающего генератора должна иметь жесткую конструкцию.

2. Изменение теплового режима задающего генератора и связанные с этим изменения электрических параметров деталей являются одной из наиболее серьезных причин неустойчивости частоты передатчика. Колебание температуры нагрева деталей вызывает изменение их геометрических размеров и электрических величин—диэлектрической и магнитной проницаемости и удельного сопротивления. Нагрев деталей происходит под действием тепла, выделяемого лампами, а также контуром передатчика.

Изменение же температуры окружающей среды происходит медленно, и потому влиянием ее на изменение частоты любительских передатчиков можно пренебречь.

Наиболее резкий скачок температуры нагрева деталей под действием выделяемого передатчиком тепла происходит в течение первых 15—20 минут после его включения. Установившийся режим передатчика достигается через 1—2 часа после включения. Продолжительность времени установления частоты зависит от свойств деталей задающего генератора.

В любительских конструкциях можно снизить температурные влияния двумя основными путями. Первый путь сводится к общей термокомпенсации всех возможных отклонений частоты.

Общая термокомпенсация обычно осуществляется подключением к контуру конденсатора, емкость которого с увеличением температуры уменьшается. Этот способ может дать хорошие результаты потому, что диапазон частот задающих генераторов любительских передатчиков очень узок.

Второй путь заключается в применении деталей с малым температурным коэффициентом. Обычно сочетают оба эти способа при проектировании передатчиков с малыми температурными коэффициентами частоты.

Радиолюбители, как правило, применяют уже готовые конденсаторы переменной емкости, поэтому мы не рассматриваем способы конструирования конденсаторов с малым температурным коэффициентом. В порядке общих практических советов следует рекомендовать радиолюбителям применять в задающих генераторах воздушные контурные конденсаторы, механически прочные, укрепленные на станине из диэлектрика с малыми потерями и низким температурным коэффициентом.

Контурные катушки для своего передатчика радиолюбителю чаще всего приходится делать самому.

При изготовлении катушек следует учитывать изменение величины коэффициента самоиндукции при изменении температуры. Катушку надо мотать на каркасе, сделанном из материала с малым температурным коэффициентом линейного расширения и малыми потерями. К числу таких материалов относятся различные сорта фарфора. Для исключения нециклических деформаций рекомендуется делать горячую намотку с нагреванием провода до 100—120°С.

Кроме того, имеет большое значение выбор диаметра провода для уменьшения температурных влияний на величину индуктивности. Изме-

**Температурные коэффициенты диэлектрической проницаемости
некоторых материалов**

Материал	Диэлектрическая проницаемость ϵ	Температурный коэффициент диэлектрической проницаемости	Поведение при повторных нагреваниях	Старение
Алюминийоксид	12	$20-140 \cdot 10^{-6}$	Циклическое	Очень мало
Бакелит	7,6	730	Нециклическое	Большое
Гетинакс	5,7	2800	»	»
Кварц плавленный	4,5	20-40	Циклическое	Очень мало
Микалекс	5,9-7,5	400-1700	—	Мало
Полистирол	2,9	—	Циклическое	»
Пиррофилит	6	300-500	»	»
Радиофарфор	6	130-300	»	»
Слюда	5,5-7	600-1000	»	»
Ультрафарфор	7-8	80-100	»	»
Эбонит	3	500	Нециклическое	Очень велико
Тиконд	80-100	(600-700)	Циклическое	Очень мало

нение индуктивности провода при нагревании может быть объяснено изменением удельного сопротивления проводника. График, приведенный на рис. 83, показывает, что для каждого сечения провода имеется частота, на которой температурный коэффициент индуктивности имеет ярко выра-

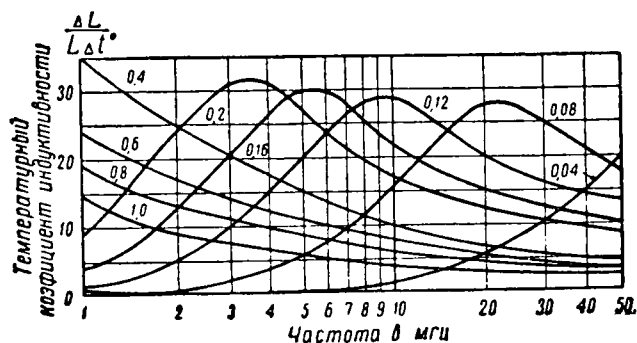


Рис. 83

женный максимум. График составлен для провода длиной 320 см, диаметр провода указан в мм.

Обычно частоты задающих генераторов любительских передатчиков выбираются в одном из трех узких диапазонов: $0,875 \div 0,975$ мГц; $1,750 \div 2,0$ мГц; $3,50 \div 3,7$ мГц. Поэтому для намотки катушек колебательных контуров целесообразно выбирать в первом и втором случаях провод диаметром менее 0,2 мм, а для третьего участка—более 1 мм.

Колебания теплового режима задающего генератора вызывают изменения не только электрических величин колебательного контура, но и параметров лампы. Изменение параметров лампы и главным образом ее

междуэлектродных емкостей является весьма важным фактором, влияющим на частоту возбудителя. Опыт показывает, что наиболее значительное изменение частоты за счет прогрева лампы наблюдается в течение первых 15—20 минут с момента включения передатчика и зависит от типа применяемых ламп и режима задающего генератора. Для уменьшения влияния лампы на изменение частоты задающего генератора рекомендуются следующие меры:

а) уменьшение связи лампы с колебательным контуром (рис. 84). Следует при этом заметить, что изменение частоты генератора пропорционально квадрату степени связи;

б) увеличение начальной емкости колебательного контура. Следует лишь помнить, что эта мера уменьшает коэффициент перекрытия диапазона, а также снижает качество контура. Первое положение для любителей передатчиков не имеет существенного значения. Применение контуров с большой емкостью практически дает хорошие результаты, но при этом необходимо уделять особое внимание качеству деталей контура;

в) необходимо задающий генератор ставить в легкий режим и снимать с него небольшую мощность. Это обстоятельство заставляет для получения необходимой мощности на выходе передатчика вводить дополнительные промежуточные ступени.

3 Влияние последующих ступеней на частоту задающего генератора происходит по той причине, что он так или иначе связан с последующими ступенями через элементы схемы. С первой промежуточной ступенью задающий генератор связан непосредственно и поэтому на частоту последнего оказывают влияние как сеточная, так и анодная цепи первой ступени. Для уменьшения влияния последующих ступеней на частоту задающего генератора необходимо применять следующие меры:

ставить первую промежуточную ступень, называемую в этом случае буфером, в режим усиления без сеточных токов;

применять в этой ступени лампы с минимальными емкостями между анодом и управляющей сеткой (высокочастотные пентоды и тетроды);

детали этой ступени как вспомогательные, так и колебательного контура должны быть высококачественными;

необходима хорошая развязка питающих цепей всех ступеней и желательно применение отдельного выпрямителя для первых двух ступеней передатчика;

тщательная и надежная экранировка задающего генератора и входной цепи буфера;

применение в первых двух ступенях передатчика высококачественных ламповых панелей, обязательно на керамической основе.

4. Влияние изменения атмосферного давления и температуры окружающей среды на частоту задающего генератора для любительских конструкций не имеет сколько-нибудь существенного значения и может не учитываться.

5. Колебания питающих напряжений оказывают весьма большое влияние на устойчивость частоты задающего генератора. Для устранения

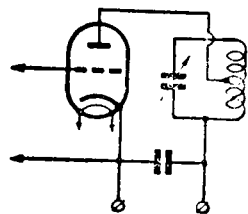


Рис. 84

этих влияний следует стабилизировать анодное напряжение задающего генератора, а в случае применения многосеточных ламп, — напряжения и на других электродах. В местностях, где нестабильность напряжения электросети очень высока, желательно также стабилизировать и напряжение накала лампы задающего генератора. Для стабилизации напряжения накала можно применить бареттор, а анодного напряжения — неоновый стабилизатор.

Более подробно способы стабилизации напряжений будут рассмотрены при описании практических конструкций любительских передатчиков.

ПРАКТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЗАДАЮЩИХ ГЕНЕРАТОРОВ

В радиолюбительской практике получили распространение как обычные простые схемы задающих генераторов на триодах, так и различные схемы с электронной связью на пентодах. Схемы с электронной связью были особенно популярны в период широкого применения в любительских передатчиках кварцевой стабилизации. В настоящее время в связи с необходимостью получения плавного диапазона и применения по этой причине более сложных и многоступенчатых схем передатчиков наблюдается тенденция перехода к простым схемам на триодах, дающим возможность получения более высокой стабильности частоты.

Среди многообразия различных вариантов простых схем задающих генераторов в любительской практике получили наибольшее распространение схемы, рассматриваемые ниже.

1. Схема с индуктивной обратной связью

Эта схема (рис. 85) является известной всем радиолюбителям. Конструктивно обе ее катушки обычно выполняются на общем каркасе и наматываются в одном направлении. В этом

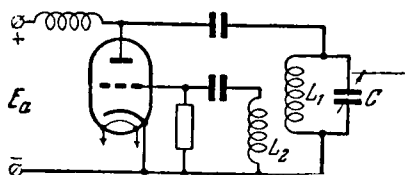


Рис. 85

случае для подбора нужной фазы анод и сетка лампы присоединяются к наиболее удаленным концам двух катушек индуктивности. Подбор величины связи (в данной конструкции — числа витков катушки обратной связи) производится при регулировке генератора изменением числа витков, включаемых

между сеткой и катодом. По установлении оптимальной связи лишние витки катушки обратной связи сматываются.

Эта схема является наиболее легкой в налаживании, дает отличные результаты и поэтому чаще всего применяется в схемах гетеродинов приемников. Она может быть рекомендована также для задающих генераторов в любительских передатчиках. Колебательный контур можно включать как в цепь анода, так и в цепь сетки. Обычно в задающих генераторах его включают в цепь анода.

2. Схема с автотрансформаторной связью

Схема с автотрансформаторной связью (рис. 86) является разновидностью предыдущей схемы. Здесь катушка обратной связи служит частью колебательного контура (от точки O до B). Этот вариант схемы широко применялся в прошлом, когда имели распространение простые схемы передатчиков.

Регулируется генератор, собранный по этой схеме, изменением местоположения точек A и O . Перемещение точки O вниз по катушке ведет к уменьшению, а перемещение вверх — к увеличению степени связи.

Перемещением точки A вдоль катушки производится подбор величины оптимального сопротивления нагрузки и одновременно — подбор степени связи лампы с контуром.

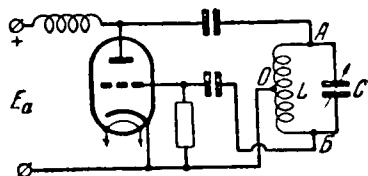


Рис. 86

3. Схема с автотрансформаторной связью и нагрузкой в цепи катода

Эта схема изображена на рис. 87. Она равноценна предыдущей, но более удобна в конструктивном отношении, так как допускает заземление одного из концов колебательного контура. Благодаря этому удобству схема находит широкое применение в супергетеродинных приемниках.

Здесь регулировка генератора на оптимальный режим может производиться изменением местоположения точек O и B .

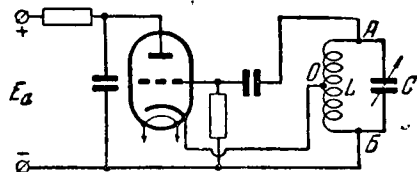


Рис. 87

4. Схема с емкостной обратной связью

Наибольшее распространение получила схема, изображенная на рис. 88.

Ее целесообразно применять при настройке колебательного контура изменением его индуктивности с помощью вариометра. В качестве элемента настройки в любительских передатчиках крайне редко применяется вариометр, и, очевидно, поэтому эта схема не получила широкого применения.

Опыт показывает, что лучшим режимом задающего генератора является критический режим с формой импульса анодного тока, близкой к косинусоидальной.

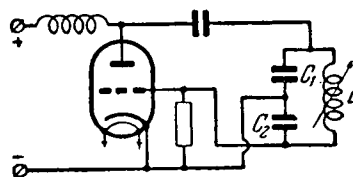


Рис. 88

5. Схемы двухконтурных возбуждителей

Схемы этого вида имели широкое применение в любительских передатчиках в предвоенный период.

И достоинствам таких схем относятся: значительно меньшее влияние

последующих ступеней на частоту задающего генератора. Наиболее распространенной является схема с электронной связью.

Схемы с электронной связью. Классическая схема с электронной связью изображена на рис. 89. По своим свойствам она равноценна двух-

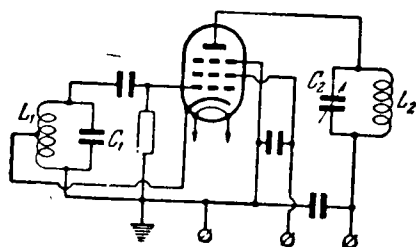


Рис. 89

ступенчатому передатчику. Схема допускает выделение в анодном контуре гармоник основной частоты, и благодаря этому она получила широкое применение в любительской практике. С точки зрения лучших энергетических соотношений следует делать контур L_1, C_1 (называемый внутренним) с малым R_{oe} . Это достигается применением контуров с большой емкостью и слабой степенью связи с лампой.

Эту схему целесообразно применять в передатчиках с небольшим чис-

лом ламп, так как она позволяет получить хорошие результаты с минимальным количеством ступеней.

Схемы с электронной связью широко применяются в кварцевых передатчиках. Объясняется это тем, что эта схема позволяет радиолюбителю с наименьшим числом кварцев и ступеней в передатчике обеспечить покрытие всех любительских диапазонов. Часто маломощные установки (до 20 вт) вообще состоят из однолампового передатчика с кварцем; анодный контур такого передатчика может быть настроен на различные гармоники кварца. Такие схемы будут рассмотрены ниже.

6. Схема на двойном триоде

Названная схема приведена на рис. 90 и нашла среди радиолюбителей широкое применение. Обычно в такой схеме применяется одна лампа — двойной триод. В отношении стабильности частоты схема ведет себя хорошо.

Реакция последующих ступеней на частоту задающего генератора значительно слабее, чем в обычных схемах.

В этой схеме, как и в рекомендованных выше, должны быть применены все меры для повышения устойчивости частоты задающего генератора.

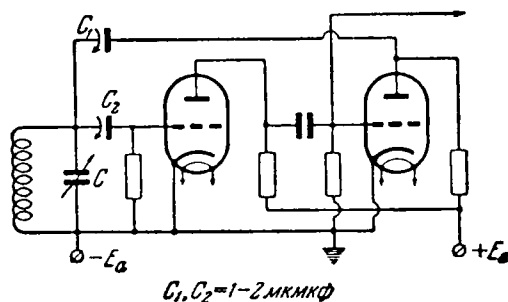


Рис. 90

Стабилизация частоты кварцем

При конструировании высокостабильных передатчиков невозможно обойтись без применения специальных стабилизирующих систем, одной из которых является пьезокварц.

Применение наиболее совершенных схем задающих генераторов, рациональные разработка и выполнение их конструкций и тщательная

регулировка позволяют любителям создавать удовлетворительные в отношении стабильности частоты передатчики. Наилучшие же результаты могут быть получены с применением стабилизации частоты задающих генераторов кварцем. Для начинающих радиолюбителей третьей категории вообще не могут быть рекомендованы схемы без кварцевой стабилизации.

Кварц является одним из распространенных минералов; он встречается в природе в кристаллическом и аморфном видах. Химически кварц представляет собою двуокись кремния. В чистом виде кварц бесцветен, но часто содержит примеси, окрашивающие его в различные цвета. Кристалл кварца представляет призму, ограниченную сверху и снизу пирамидами (рис. 91).

Ось ZZ, соединяющая вершины пирамид, называется оптической. Вдоль этой оси наблюдается поляризация света.

Кроме оптической оси, у кристаллов кварца различают три электрические оси, совпадающие с диагоналями шестиугольника, который получается в результате сечения кристалла плоскостью, перпендикулярной оптической оси. Также различают три механические оси, проходящие через середины граней кристалла перпендикулярно электрическим осям.

Пластинка кварца, вырезанная из кристалла перпендикулярно одной из электрических и вдоль оптической оси и помещенная в переменное электрическое поле, начинает механически колебаться. При этом амплитуда колебаний будет наибольшей, когда частоты электрического поля и собственная (резонансная) частота кварцевой пластинки совпадают. В процессе механических колебаний кварцевой пластинки на ее поверхностях появляются переменные электрические потенциалы, изменяющиеся с частотой механических колебаний самой пластинки. Это явление (возникновение переменных электрических потенциалов) называется пьезоэлектрическим эффектом и используется в генераторах для стабилизации частоты.

Впоследствии было найдено, что явление пьезоэлектрического эффекта присуще и пластинам, вырезанным параллельно электрической и оптической осям. Первые пластины получили название пластин с перпендикулярным срезом, а вторые — с параллельным срезом. Практика и исследования показывают, что резонансная частота кварца изменяется с изменением температуры. Температурный коэффициент пластин параллельного среза при колебаниях по толщине имеет положительный характер и величину порядка $100 \cdot 10^{-6}$, а при таких же колебаниях пластин перпендикулярного среза — отрицательный характер и величину порядка $20 \div 30 \cdot 10^{-6}$.

В последнее время стали применяться пластины специальных срезов. У таких пластин температурный коэффициент в определенных интервалах температур имеет нулевое значение.

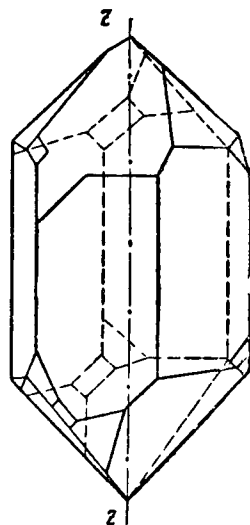


Рис. 91

Кварц, являющийся колебательной системой, для уяснения физических процессов может быть заменен эквивалентной схемой, приведенной на рис. 91а.

Расчет показывает, что при колебаниях пластин кварца по толщине такой эквивалентный колебательный контур имеет необычные параметры. Емкость такого контура C чрезвычайно мала, в то время как индуктивность значительна. В результате добротность и $R_{0\omega}$ такого контура очень высоки. Из обычных деталей, т. е. катушки самоиндукции и конденсатора, такой контур построить невозможно. Этим и могут быть объяснены высокие стабилизирующие свойства кварца.

ПРАКТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ КВАРЦЕВЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

1. Из общего числа классических схем кварцевых генераторов радиолюбители применяют в своих конструкциях обычно только две. Одна из них (рис. 92) характерна тем, что кварц включается в цепь сетка-катод,

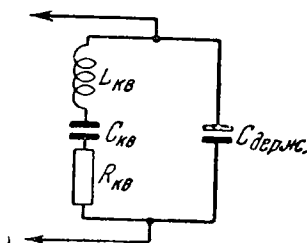


Рис. 91а

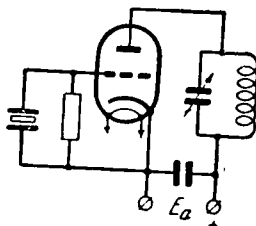


Рис. 92

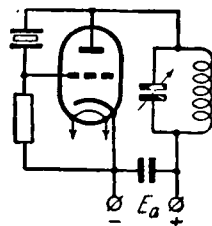


Рис. 93

а вторая (рис. 93)—включением кварца между анодом и сеткой лампы. Эти схемы имеют в анодной цепи колебательный контур, настраиваемый на частоту, близкую резонансной частоте кварца.

Для первой из указанных схем условия возбуждения выполняются, когда анодный колебательный контур настроен на частоту, несколько более высокую, чем собственная частота кварца. В момент же настройки колебательного контура в резонанс с частотой кварца колебания ссы-
ваются.

При дальнейшем изменении частоты контура в сторону ее снижения колебания не возникают. Это явление графически изображено на рис. 94, где показано изменение анодного тока лампы генератора в зависимости от изменения частоты анодного контура. Настройка колебательных контуров в любительских конструкциях осуществляется обычно конденсатором переменной емкости. Поэтому из сказанного можно сделать вывод, что при вращении ротора конденсатора из положения минимальной емкости в сторону ее увеличения происходит заметное уменьшение анодного тока (начиная с некоторого значения емкости).

В момент, когда емкость конденсатора достигнет некоторого значения, соответствующего настройке колебательного контура в резонанс с собственной частотой кварца, колебания в контуре прекратятся (сорвутся) и анодный ток резким броском достигает максимального значе-

ния. Нормальным рабочим участком является часть характеристики, находящаяся несколько правее от точки А. Близко к точке А кварц будет работать в более тяжелом режиме.

Для второй схемы с включенным кварцем между сеткой и анодом условия возбуждения выполняются при условии настройки анодного контура на частоту, более низкую, чем резонансная частота кварца. При настройке колебательного контура на определенную частоту, соответствующую резонансной частоте кварца, анодный ток лампы резко возрастает, что является следствием срыва колебаний генератора. При дальнейшем увеличении собственной частоты колебательного контура, что соответствует уменьшению емкости конденсатора, колебания не возникают.

При использовании первой схемы можно легче добиться установления устойчивых колебаний, чем при второй схеме. Но в отношении сохранения стабильности генерируемой частоты вторая схема при всех прочих равных условиях лучше первой.

Мощность колебаний высокой частоты для кварцевых генераторов в обоих случаях не может быть высокой и определяется прочностью кварцевой пластины. Для частот, применяемых любителями, мощность задающего генератора следует ограничивать 1—2 вт.

Анодные напряжения, особенно для схемы с кварцем в цепи анод-сетка, следует брать не более 200—250 в.

Наилучшим способом предохранения кварца от перегрузки является включение последовательно с ним миллиамперметра. Ток в цепи кварца не должен превышать 60 ма.

Измерительный прибор может быть заменен индикаторной лампочкой с напряжением $2,5\text{ в} \times 60\text{ ма}$. По интенсивности ее свечения можно судить о режиме работы кварца. Яркое свечение такой лампочки показывает чрезмерную перегрузку кварца, а слабое—нормальный режим генератора.

2. Из числа кварцевых схем задающих генераторов, применяемых радиолюбителями в передатчиках, широкое распространение получили схемы генераторов с электронной связью.

Выходная мощность у таких генераторов значительно выше, чем у ранее рассмотренных. Поэтому иногда любители ограничиваются применением в своих передатчиках лишь одной ступени на кварце, собранной по одной из схем с электронной связью.

Наибольшей популярностью у радиолюбителей пользуются следующие схемы генераторов.

Схема три-тет. В этой схеме могут быть использованы только пятотды или лучевые тетроды. Один из вариантов схемы три-тет дан на рис. 95. Эта схема по существу является двухступенчатым генератором, возбудитель которого выполнен по схеме сетка-катод, а анодом является экранирующая сетка. Внутренний колебательный контур L_1C_1 при работе генератора на основной частоте кварца следует замыкать накоротко, во избежание разрушения кварца. Конструктивно это может быть выполнено

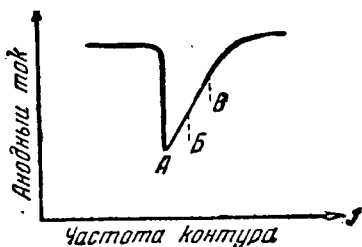


Рис. 94

установкой на оси конденсатора C_1 кривошипа, который в определенных положениях может замыкать и размыкать переключатель Π_1 .

Генераторы с электронной связью получили большое распространение в основном потому, что они хорошо работают на гармониках кварца. Схема три-тет наиболее хорошо работает на 2-й, 4-й и 6-й гармониках. Работа генератора на 2-й гармонике основной частоты кварца будет наиболее эффективной при настройке контура L, C_1 на частоту, несколько меньшую 2-й гармоники. При работе на 4-й гармонике следует контур L, C_1 настраивать на 2-ю гармонику, а при работе на 6-й гармонике — на 3-ю гармонику.

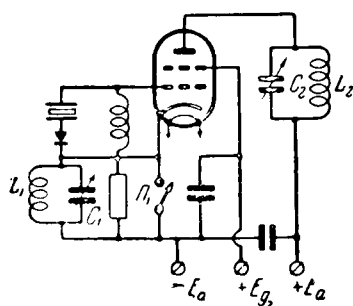


Рис. 95

Для работы на нечетных гармониках лучше применять другую схему, так как схема три-тет на них работает недостаточно хорошо.

Схема анод-сетка. В этой схеме (рис. 96) также могут быть использованы только пентоды и лучевые тетроды. Она также представляет собой двухступенчатый генератор, возбуждатель которого работает по схеме анод-сетка. Экранирующая сетка лампы выполняет роль анода возбуждателя. При работе на основной частоте кварца следует параллельно конденсатору C_1 подключать конденсатор емкостью порядка 1 000 пф. Величина дросселя

селея выбирается порядка 2,5 мГн. Эта схема хорошо работает на 2-й и 3-й гармониках.

Выбор той или иной схемы кварцевого возбуждателя определяется общей схемой передатчика. При построении маломощного передатчика с небольшим числом ламп следует применять схемы возбуждателя с электронной связью. Эти схемы, собранные на лампах 6ПЗ и 6Л6, при нормальном анодном напряжении на основной частоте кварца, способны развивать в анодном контуре колебательную мощность порядка 15—30 Вт, при работе на 2-й гармонике—5—10 Вт и на 3-й и 4-й гармониках—2—6 Вт.

Таким образом, для коротковолновика, пользующегося радиостанцией мощностью 5 Вт, можно обойтись всего лишь одноламповым передатчиком на лампе 6Л6. При желании же обходиться меньшим числом кварцев для всех разрешенных частот следует делать более сложный передатчик с удвоителем. В этом случае можно применять кварцевые возбуждатели, работающие на триодах по схеме сетка-катод или анод-сетка при облегченном режиме кварца.

При построении радиолюбителями передатчиков 1-й категории мощностью 100 Вт целесообразнее применять возбуждатель с плавным дианазоном.

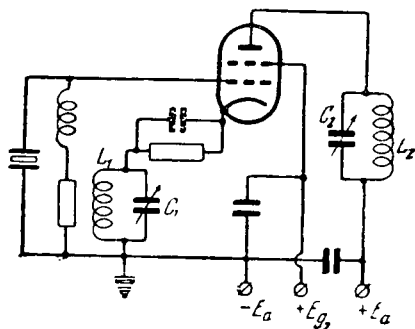


Рис. 96

ВОЗБУДИТЕЛИ ПЛАВНОГО ДИАПАЗОНА СО СТАБИЛИЗАЦИЕЙ КВАРЦЕМ

Применение в передатчиках кварцевой стабилизации лишает их универсальности, так как они могут работать только на нескольких фиксированных частотах. Поэтому передатчики с кварцевой стабилизацией главным образом пригодны для циркулярных передач (CQ). Для того, чтобы можно было вызвать любую слышимую станцию и вести двусторонний обмен, передатчик должен быть приспособлен для быстрой перестройки на частоту любой радиостанции, для чего необходим передатчик с плавным диапазоном. Кварцевый передатчик для работы в пределах всей полосы частот любительского диапазона должен иметь большое число кварцевых пластин, переключаемых по мере надобности.

Простой расчет показывает, что, например, для работы только в телеграфной части 20-метрового диапазона и при чередовании рабочих частот через 5 кГц необходимо иметь 40 кварцев. Это является одной из причин, почему квалифицированные радиолюбители применяют передатчики плавного диапазона без кварцевой стабилизации.

Однако потребность в передатчиках с высокой стабильностью привела к созданию кварцевого передатчика с плавным диапазоном.

На выходе возбудителя такого кварцевого передатчика получается рабочая частота как сумма или разность частот обыкновенного кварцевого генератора с одним или несколькими кварцами и генератора плавного диапазона, работающего обычно на сравнительно низких частотах. Для выделения таких комбинационных частот применяется тот же принцип, что и при преобразовании частот в супергетеродине. Генератор плавного диапазона называется интерполяционным. Блок-схема такого возбудителя представлена на рис. 97.

В любительских конструкциях можно ограничиться использованием одной боковой полосы. Если обозначить через F частоту интерполяционного генератора и через f — частоту кварцевого генератора и $\frac{f}{F} = n$, может быть доказано, что стабильность частоты возбудителя

$$\frac{\Delta f_{\text{раб}}}{f_{\text{раб}}} = \frac{1}{n+1}.$$

Таким образом, относительная стабильность возбудителя на рабочей частоте получается в $n+1$ раз выше, чем стабильность интерполяционного генератора. Поэтому выгодно брать частоту интерполяционного генератора возможно более низкую, а кварцевого генератора — более высокую. Можно рекомендовать для получения на выходе возбудителя рабочих частот, лежащих в любительском 7 мГц диапазоне, выбрать частоту кварцевого генератора порядка 6—6,5 мГц. Тогда частота интерполяционного генератора может быть определена так:

$$f_{\text{раб}} = F + f_{\text{кв}}; \text{ отсюда } F = f_{\text{раб}} - f_{\text{кв}}.$$

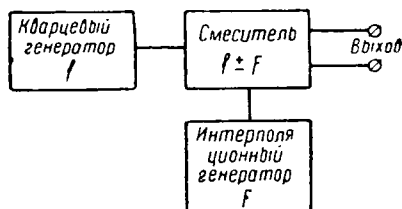


Рис. 97

Для первого случая, когда $f_{кв} = 6,0$ мГц, $F_1 = 7\,000 - 6\,000 = 1\,000$ кГц, $F_2 = 7\,200 - 6\,000 = 1\,200$ кГц, $n = \frac{6\,000}{1\,000} = 6$.

Для второго случая, когда $f_{кв} = 6,5$ мГц, получаем $F_1 = 7\,000 - 6\,500 = 500$ кГц, $F_2 = 7\,200 - 6\,500 = 700$ кГц, $n = \frac{6\,500}{500} = 13$.

Во втором случае стабильность частоты на выходе возбудителя может быть получена в два раза выше, чем в первом, но при этом возникает ряд практических затруднений с выделением нужной комбинационной частоты в анодном контуре преобразователя.

В составе импульса анодного тока во всех случаях наиболее сильно будет выражена основная частота кварцевого и интерполяционного генераторов. Комбинационные же частоты, нужные нам, будут иметь сравнительно малую мощность. В анодном колебательном контуре частоты интерполяционного генератора не будут выделяться из-за большой разности частот, в то же время колебания с частотой кварцевого генератора могут оказаться соизмеримыми и даже большими по своей мощности, чем

колебания комбинационных частот. По этим соображениям нельзя устанавливать очень низкую частоту интерполяционного генератора.

Для устранения проникания основной частоты в анодный контур возбудителя применяют специальные, так называемые балансные, схемы преобразователя. Одна из таких схем дана на рис. 98. Она по внешнему виду представляет собой двухтактный усилитель. Анодный контур преобразователя настраивается на суммарную (или

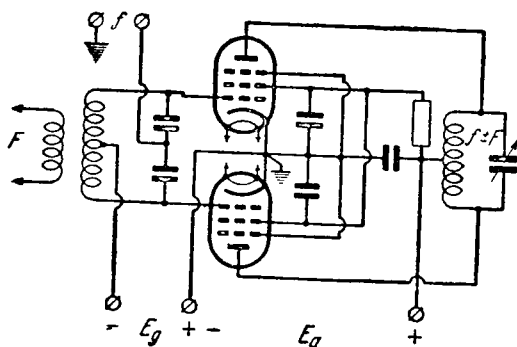


Рис. 98

разностную) частоту кварцевого и интерполяционного генераторов.

Своеобразной является сеточная часть такого преобразователя. Колебания от кварцевого генератора подводятся к сеткам ламп синфазно, т. е. всегда одинаковой величины и знака. Колебания же от интерполяционного генератора подводятся к сеткам ламп в противофазе. Теория и практика показывают, что при полной идентичности ламп в анодном контуре будет отсутствовать результирующий ток основной частоты кварцевого генератора. В контуре будут выделены только токи комбинационных частот (суммарной и разностной).

МОДУЛЯЦИЯ И МАНИПУЛЯЦИЯ В ЛЮБИТЕЛЬСКИХ ПЕРЕДАТЧИКАХ

Радиолюбители в своей экспериментальной работе на коротких волнах радиотелефоном применяют исключительно способ амплитудной модуляции. Поэтому здесь рассматривается только этот способ модуляции.

Амплитудной модуляцией называется процесс изменения амплитуды незатухающих колебаний со звуковой частотой. Графически этот процесс изображен на рис. 99, а, б, в.

На каждом из этих рисунков в середине помещен график звукового синусоидального колебания, вверху — незатухающих немодулированных колебаний высокой частоты, называемых несущей частотой, и внизу — график модулированных колебаний, получившихся в результате воздействия звуковой частоты на амплитуду незатухающих колебаний.

Степень изменения амплитуды незатухающих колебаний под воздействием звуковой частоты называют глубиной модуляции. Величиной, определяющей глубину модуляции, является коэффициент модуляции m .

m - меньше 100 %

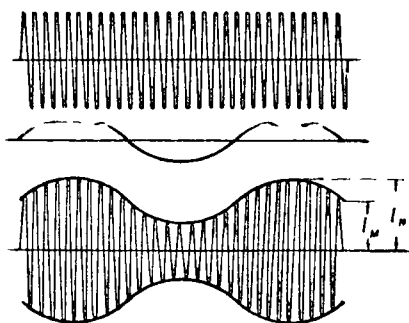


Рис. 99, а

$m = 100 \%$

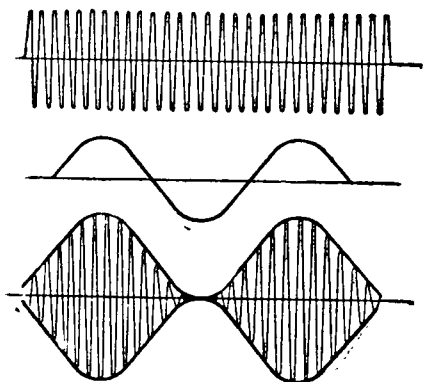


Рис. 99, б

m - больше 100%, перемодуляция

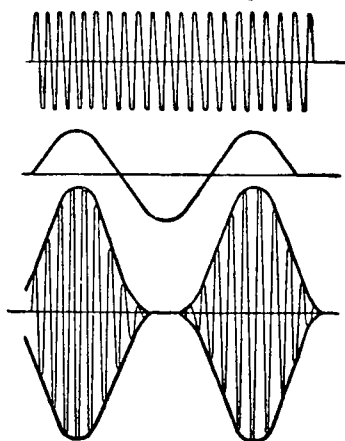


Рис. 99, в



Рис. 99, г

Коэффициентом модуляции m принято считать отношение прироста амплитуды несущей частоты в процессе модуляции к амплитуде несущей частоты. Этот коэффициент модуляции выражается в процентах:

$$m = \frac{\Delta I_n}{I_n} \cdot 100\%, \text{ где } \Delta I_n = I_m - I_n.$$

Модуляция с коэффициентом более 100% сопровождается очень большими искажениями и не приводит к увеличению дальности действия передатчика. Такая глубокая модуляция носит название перемодуляции.

При этом модулированные колебания уже не являются синусоидальными, и поэтому их импульс может быть разложен на составляющие синусоидальные компоненты, как это делалось при рассмотрении импульсов анодного тока с отсечкой.

В этом случае составляющие модулированного колебания не будут кратными. В случае модуляции простым синусоидальным током в составе модулированного колебания будут содержаться три частоты, как изображено на рис. 99, г.

Одна из этих частот является несущей, а две другие носят название боковых частот модуляции. Эти частоты расположены по обе стороны от несущей частоты и разнятся от нее на величину частоты модуляции.

В случае модуляции целым спектром звуковых частот по обе стороны несущей частоты появятся две боковые полосы частот модуляции. Чем шире полоса частот модуляции, тем более широкую полосу частот занимают такие модулированные колебания в эфире. Известно, что для получения высокой разборчивости речи достаточно передавать звуковые частоты от 200 до 2 500 гц.

Расширение полосы передаваемых частот не только не вызывает повышения разборчивости речи, но и приводит к тому, что на каждую из частот модуляции будет приходиться меньшая часть излучаемой передатчиком мощности.

Любительские передатчики являются универсальными, т. е. они должны быть приспособлены как для радиотелеграфной, так и радиотелефонной работы. Поэтому большое внимание должно быть уделено возможности наиболее легкого перевода передатчика из телеграфного режима в телефонный.

Практические способы модуляции

Наиболее простым способом модулирования колебаний является включение микрофона непосредственно в цепь антенны (рис. 100). Но этот способ не находит применения на практике из-за своего несовершенства и вызываемых им больших потерь мощности высокой частоты.

Практических схем модуляции имеется несколько. В каждом отдельном случае выбирается такая схема, которая более всего подходит для данного типа ламп, применяемых в выходной ступени передатчика.

Изменение амплитуды несущей частоты в передатчике можно осуществлять изменением напряжений с частотой модуляции на любом одном или одновременно на нескольких электродах лампы. В зависимости от того, на какой электрод подается модулирующее напряжение, и сами способы модуляции получили названия сеточной, анодной и т. п. модуляции. В любительских передатчиках модуляция обычно осуществляется в усилителе мощности.

Сеточная модуляция

На рис. 101 приведена практическая схема сеточной модуляции. На управляющую сетку лампы модулируемой ступени передатчика одновременно воздействуют три напряжения: постоянное напряжение E_g отрицательного смещения, напряжение возбуждения и напряжение звуковой

частоты модуляции. К первичной обмотке трансформатора T_1 подводится напряжение звуковой частоты от усилителя низкой частоты.

Напряжение смещения в этом случае имеет большую величину, чем при работе в телеграфном режиме. Величину отрицательного смещения на управляющую сетку выходной ступени в телефонном режиме проще всего определить по статической модуляционной характеристике. Статической модуляционной характеристикой при сеточной модуляции называется зависимость тока в антенне от изменения напряжения на управляющей сетке. Такая характеристика изображена на рис. 102. Модуляционная характеристика в этом случае будет линейной только в области недонапряженного режима выходной ступени. На полученной характеристике определяется середина ее прямолинейной части. По опущенному из этой точки перпендикуляру находят на абсциссе необходимую

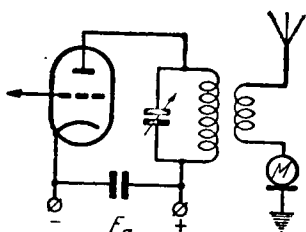


Рис. 100

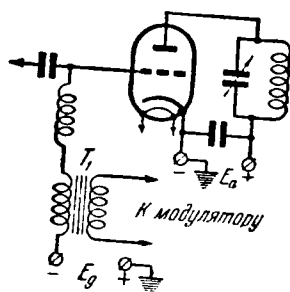


Рис. 101

величину отрицательного смещения. Практически с достаточной точностью можно установить передатчик в телефонный режим следующим способом.

Передатчик регулируется в телеграфном режиме на максимальную мощность в антенне. Затем связь с антенной слегка увеличивается, и повышением отрицательного смещения устанавливается анодный ток модулируемой ступени по величине, равной половине своего значения при работе передатчика в телеграфном режиме. Значение модулирующего напряжения звуковой частоты устанавливается при помощи регулятора громкости такое, чтобы при произношении перед микрофоном продолжительного звука «а-а» антенный ток увеличивался на 15—20 процентов. При этом анодный ток изменяться не должен. Увеличение или уменьшение анодного тока говорит о перемодуляции или наличии паразитных колебаний в выходной ступени.

Уменьшение тока в антенне вместо увеличения говорит о неправильном выборе рабочей точки.

В телефонном режиме мощность несущей частоты при сеточной модуляции в четыре раза меньше, чем в телеграфном режиме.

Анодная модуляция

В настоящее время самое широкое применение имеет анодная модуляция. Основная причина этого заключается в том, что мощность несущей частоты при работе в телефонном режиме только в два раза меньше мощности телеграфной, т. е. в два раза больше, чем при сеточной модуляции.

В чистом виде анодная модуляция применяется, как правило, только в триодных усилителях мощности.

Практическая схема анодной модуляции приведена на рис. 103. Модулятор здесь работает в режиме класса В. Широко распространенная ранее схема анодной модуляции, известная под названием схемы Хиссинга, в настоящее время не находит практического применения потому, что модулятор в этой схеме должен работать в режиме класса А, что приводит к весьма низкому КПД. Для расчета числа витков обмоток модуляционного трансформатора необходимо знать оптимальное сопротивление анодной нагрузки модулятора и сопротивление, на которое включена вторичная обмотка трансформатора (сопротивление нагрузки). Сопротивление нагрузки Z_2 зависит от мощности, подводимой к анодной цепи выходной ступени передатчика, и равно:

$$Z_2 = \frac{E_1 \text{ (вольт)}}{j_{a0} \text{ (ампер)}}$$

Величина оптимального сопротивления анодной нагрузки модулятора известна из расчета модулятора, как выходной ступени усилителя низкой частоты в классе В. Зная это сопротивление Z_1 , легко определить коэффициент трансформации модуляционного трансформатора из следующего выражения:

$$n = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}$$

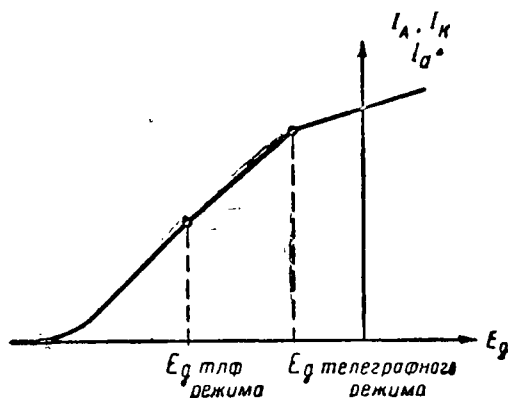


Рис. 102

где Z_1 — полное сопротивление анодной нагрузки модулятора, включенной между анодами ламп, Z_2 — полное сопротивление нагрузки.

При самостоятельном изготовлении трансформатора целесообразно у вторичной обмотки сделать ряд отводов. Это необходимо для возможности экспериментирования с разными лампами и мощностями.

Модуляционную статическую характеристику для анодной модуляции в любительских условиях снять затруднительно. Прямолинейная часть модуляционной характеристики лежит в области перенапряженного режима модулируемой ступени. Если выходная ступень в точке телеграфной работы имеет уже слегка перенапряженный или даже критический режим, то переход к телефонному режиму осуществляется некоторым снижением анодного напряжения и уменьшением связи с антенной. Мощность выходной ступени модулятора при анодной модуляции значительно выше, чем при сеточной и др.

Выбор ламп для модулятора определяется напряжением выпрямителя, питающего выходную ступень передатчика, и мощностью этой выходной ступени. Лампы выбираются с таким расчетом, чтобы они могли отдать в нагрузку мощность, равную половине мощности, подводимой к анодной цепи выходной ступени передатчика. Выпрямитель выходной ступени передатчика в этом случае должен быть рассчитан с учетом мощ-

ности, потребляемой модулятором, если не предполагается питание модулятора от отдельного выпрямителя.

В подавляющем большинстве случаев наши радиолюбители в выходных ступенях применяют пентоды и тетроды. Для пентодных и тетродных усилителей мощности целесообразно применять комбинированную модуляцию на анод и экранирующую сетку. Практическая схема пентодного усилителя с модуляцией на анод и экранирующую сетку приведена на рис. 104. Сопротивление нагрузки определяется в этом случае суммарной подводимой мощностью к аноду и экранирующей сетке. Анодный миллиамперметр, включенный, как показано на схеме, учитывает как анод-

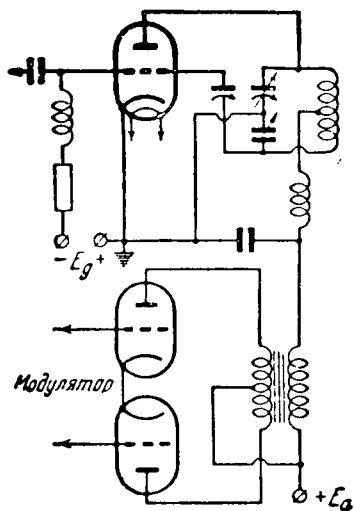


Рис. 103

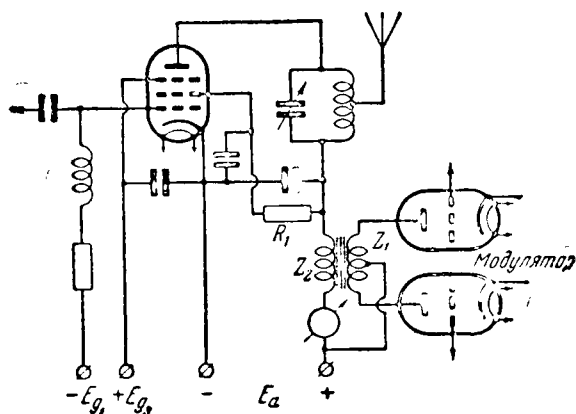


Рис. 104

ный ток, так и ток экранирующей сетки. Поэтому расчетная формула остается без изменений.

Сопротивление в цепи экранной сетки подбирается с таким расчетом, чтобы напряжение на этой сетке в телеграфном режиме было нормальным для данной лампы.

Модуляция на пентодную сетку

Этот вид модуляции может применяться только в случае работы выходной ступени передатчика на пентоде. Практическая схема модуляции на пентодную сетку приведена на рис. 105. Модуляция с высоким коэффициентом в этом случае обеспечивается почти без затраты мощности звуковой частоты, так как она происходит в области отрицательных напряжений на третьей сетке. Это дает возможность в отдельных случаях получать достаточно глубокую модуляцию просто с микрофона через повышающий трансформатор без предварительного усилителя. В общем случае мощность, на которую рассчитывается модулятор, может быть взята очень малой. В этом большое достоинство данного вида модуляции. В остальном

способ пентодной модуляции весьма сходен со способом модуляции на управляющую сетку. Существенным отличием является лишь то, что мощность в цепи управляющей сетки лампы выходной ступени передатчика, потребляемая от предоконечной ступени, больше, чем при сеточной модуляции и больше, чем в телеграфном режиме. Колебательная мощность

при работе в телефонном режиме так же, как и при сеточной модуляции, в четыре раза меньше, чем в телеграфном режиме.

Для определения рабочего режима необходимо снять статическую модуляционную характеристику, которая показывает характер изменения тока в антенне в зависимости от изменения напряжения на третьей сетке. Эта характеристика прямолнейна в большей своей части и искажается только при переходе в область положительных напряжений на третьей сетке. Рабочая точка вы-

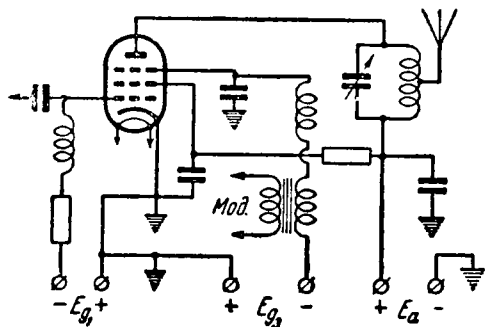


Рис. 105

бирается на средней части модуляционной характеристики и на этой же характеристике определяется максимальная амплитуда звуковой частоты.

В процессе модуляции, как и во всех других случаях, анодный ток не должен изменяться. Ток в антенне при произношении перед микрофоном продолжительного звука «а-а» должен увеличиваться на 15—20 процентов. Более значительное возрастание тока в антенне и изменение анодного тока указывают на неправильный выбор рабочей точки или наличие паразитных колебаний в модулируемой ступени (а иногда и в модуляторе).

Другие способы модуляции

В отдельных случаях радиолюбители применяют и другие, кроме приведенных здесь, способы модуляции. Пользуется некоторой популярностью способ модуляции на экранную сетку. Практическая схема этого вида модуляции приведена на рис. 106. Для перевода в телефонный режим здесь уменьшается постоянное напряжение на 2-й сетке, которое в дальнейшем изменяется со звуковой частотой.

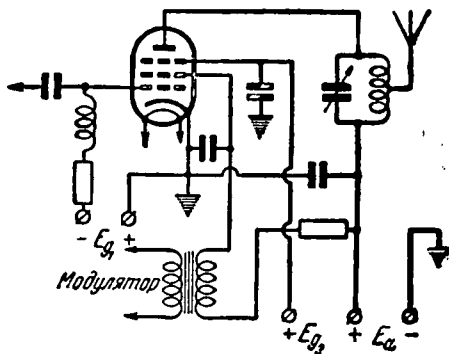


Рис. 106

Этот вид в энергетическом отношении весьма схож с модуляцией на управляющую сетку. Только мощность звуковой частоты модуляции в этом случае требуется значительно большая, модуляционная характеристика криволинейна и поэтому высококачественную модуляцию получить невозможно. По этой причине способ модуляции на экранную сетку не может быть рекомендован.

Телеграфная манипуляция в любительских передатчиках

Качество звучания телеграфных сигналов радиолюбительского передатчика зависит не только от высокой стабильности частоты задающего генератора, отсутствия фона переменного тока, правильно и тщательно отрегулированных промежуточных и выходных ступеней передатчика, но и от работы манипуляционного устройства. Плохая работа этого устройства способна свести к нулю все прочие достоинства передатчика.

Идеальная форма телеграфного сигнала изображена на рис. 107, а. Получение такой формы сигнала—весьма сложная, да и ненужная задача. Недостатком рассмотренной формы сигнала является то, что он имеет большое количество гармоник основной частоты манипуляции. По этой причине передатчик, излучающий такой чисто прямоугольной формы импульс, будет создавать сильные помехи на значительном расстоянии. Помехи этого рода на приемной станции воспринимаются в виде щелчков и прослушиваются в очень широком диапазоне частот.

Если изменить форму импульса так, как показано на рис. 107, б, то степень разбираемости сигнала останется прежней, а тон его станет более музыкальным и приятным для слуха. Одновременно значительно снизятся помехи от манипуляции.

Телеграфная манипуляция в передатчике может осуществляться в любой его ступени (иногда одновременно в нескольких) и в цепи любого из элементов ступени. Наиболее приемлемым для радиолюбителя является включение ключа в цепь катода или экранной сетки, так как при этом легко корректировать форму сигнала. Наибольшее распространение среди любителей получило манипулирование непосредственно задающего генератора или выходной ступени. Достоинствами манипулирования непосредственно в задающем генераторе являются: возможность работы полудуплексом, повышение эксплуатационного коэффициента полезного действия и возможность получения четкой формы сигнала.

Недостатком применения манипуляции в задающем генераторе является то, что смягчение формы телеграфного сигнала приведет к ухудшению тона. Это объясняется некоторым изменением частоты в процессе достижения установившегося режима. Манипуляция в задающем генераторе с успехом может применяться радиолюбителями, проживающими в сельской местности или в небольших населенных пунктах, где помехи в радиусе 3—4 километров не отражаются на работе в любительских диапазонах. В городах же, где коротковолновых радиолюбительских установок много, пользоваться этим способом манипуляции недопустимо.

Можно рекомендовать для многоступенчатых передатчиков плавного диапазона применять манипулирование в следующей за буфером ступени.

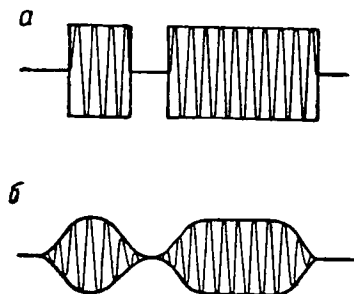


Рис. 107

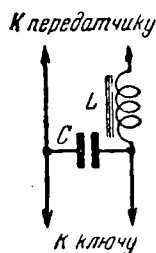


Рис. 108

В этом случае отрицательное смещение на управляющие сетки всех ламп предварительных ступеней передатчика должно быть автоматическим для получения более мягкой формы сигнала. Этот способ манипулирования допускает и полудуплексную работу—при условии хорошей экранировки задающего генератора и буферной ступени. Одновременно в этом случае сравнительно легко корректировать форму сигнала.

Основным способом изменения формы сигнала является включение специальных фильтров в цепи манипуляции.

Схема простейшего вида такого фильтра представлена на рис. 108. Величины индуктивности дросселя L и емкости конденсатора C подбираются экспериментальным путем в зависимости от величины тока в цепи манипуляции.

Индуктивность дросселя L может изменяться в пределах от 1 до 20 μH и емкость конденсатора C —от 0,05 до 0,5 μF .

Такой фильтр может быть смонтирован вместе с ключом в якличестве с ним в общий экран. В этом случае отпадает необходимость в специальных высокочастотных фильтрах, устраняющих помехи, возникающие при искрообразованием между контактами ключа. Если такой фильтр монтируется непосредственно в самом передатчике, для ключа придется применить специальный высокочастотный фильтр, который устанавливается вместе с ключом в общий экран. Применение специальных электронных реле, позволяющих свести к минимуму помехи от искрения контактов ключа, стоит дорого и мало оправдано. Целесообразнее ставить чувствительные электромагнитные реле, если в этом есть необходимость, с высокочастотными фильтрами.

ПРАКТИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ ЛЮБИТЕЛЬСКИХ ПЕРЕДАТЧИКОВ

ПРОСТЕЙШИЙ ПЕРЕДАТЧИК НАЧИНАЮЩЕГО КРОТКОВОЛНОВИКА

Начинающему коротковолновику, не имеющему еще достаточного опыта в сборке, наладивании и эксплуатации сложных многоступенчатых передатчиков, необходимо начинать с постройки передатчика со стабилизацией кварцем. Опыт показывает, что несоблюдение этого требования приводит к плохим результатам: плохо налаженный передатчик мешает работать другим коротковолновикам, его волна выходит за пределы любительских диапазонов, что приводит к нарушению действующего положения о любительских коротковолновых радиостанциях. Следует принять за правило, что переходить к работе на передатчиках плавного диапазона можно только после приобретения достаточного опыта и получения квалификации не ниже 2-й категории.

Простейший передатчик коротковолновика является одноступенчатым с кварцевой стабилизацией. Для упрощения наладивания и настройки выбрана схема с электронной связью с включением кварца в цепи сетка-анод. Принципиальная схема такого передатчика изображена на рис. 109.

Данные деталей передатчика следующие: конденсаторы C_1, C_6, C_7 —бумажные, емкостью по 0,01 мкф, $C_2=100$ пф (слюдяной), C_5 и C_4 —переменные конденсаторы с максимальной емкостью по 150—250 пф. Сопротивления: $R_1=7\ 500$ ом (0,5 вт), $R_2=200$ ом (2 вт), $R_3=15$ ом (2 вт). Катушки самоиндукции $L_1, L_2, L_3=2,5$ мкн. Данные катушки L_4 для разных диапазонов следующие:

1) для 160-метрового диапазона—65 витков провода 0,65 мм, желательно с двойной шелковой изоляцией, диаметр каркаса 37 мм, намотка сплошная;

2) для 40-метрового диапазона—16 витков провода 0,8 мм, длина намотки 38 мм, диаметр каркаса 37 мм;

3) для 10-метрового диапазона—3,5 витка, длина намотки 38 мм, диаметр каркаса 37 мм. Эта же катушка пригодна и для 14-метрового диапазона.

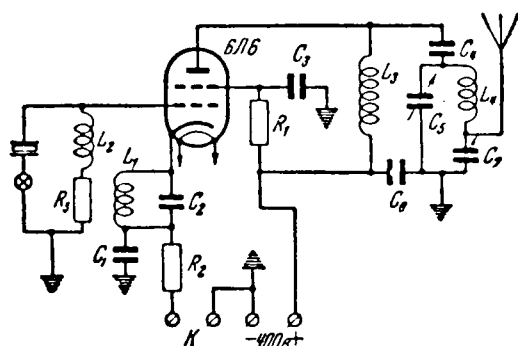


Рис. 109

Для работы на всех указанных диапазонах необходимо иметь два кварца: один на частоты в пределах 160-метрового любительского диапазона и один—на частоты в пределах 40-метрового любительского диапазона.

После сборки такой передатчик начинает работать сразу, не требуя никакой регулировки. Одним из достоинств этого передатчика является также и то, что он может работать с антенной любого типа, хотя лучше всего применять в качестве антенны наклонный луч.

Настройка передатчика крайне проста и производится так. Подключив к нему антенну и питание, устанавливают конденсатор C_1 на максимум его емкости, после чего, изменяя емкость конденсатора C_4 , добиваются уменьшения анодного тока. Это будет служить признаком настройки анодного контура в резонанс с частотой кварца или с одной из его гармоник.

Если резонанс не наступает, то следует слегка уменьшить емкость конденсатора C_1 и снова пройти диапазон конденсатором C_4 . Добившись резонанса, подстраивают передатчик на максимальную отдачу в антенну. Для этого, постепенно уменьшая величину емкости конденсатора C_2 и все время регулируя емкость конденсатора C_4 , добиваются максимального свечения лампочки-индикатора, включенной в антенну. При правильной настройке на основной частоте кварца анодный ток лампы 6Л6 должен достигать порядка 80 ма.

Этот передатчик при работе на основной частоте кварца обеспечивает в аподном колебательном контуре мощность порядка 20 *вт*, при работе на 3-й гармонике (на 14-метровом диапазоне)—около 10 *вт* и при работе на 10-метровом диапазоне—5 *вт*. Для предохранения кварца от разрушения при работе на основной его частоте желательно параллельно конденсатору C_2 присоединять конденсатор емкостью 1 000—2 000 *пф*.

Питающее устройство передатчика представляет собою обычный выпрямитель на кенотроне ВО-188. Трансформатор должен давать напряжение около 500 *в* между средней точкой и концами вторичной обмотки. Такой трансформатор, вероятно, придется любителю делать самостоятельно. Дроссель фильтра имеет индуктивность—10 *гн* при токе 150 *ма*, конденсаторы должны обладать емкостью по 8 *мкф* и должны быть рассчитаны на рабочее напряжение 600 *в*.

ПЕРЕДАТЧИК ВТОРОЙ КАТЕГОРИИ

Коротковолновый передатчик второй категории должен работать во всех любительских диапазонах, т. е. 160-, 40-, 20-, 14- и 10-метровых диапазонах, и обеспечивать возможность работы на любой из частот в пределах разрешенных диапазонов. Передатчик с плавающим диапазоном и высо-

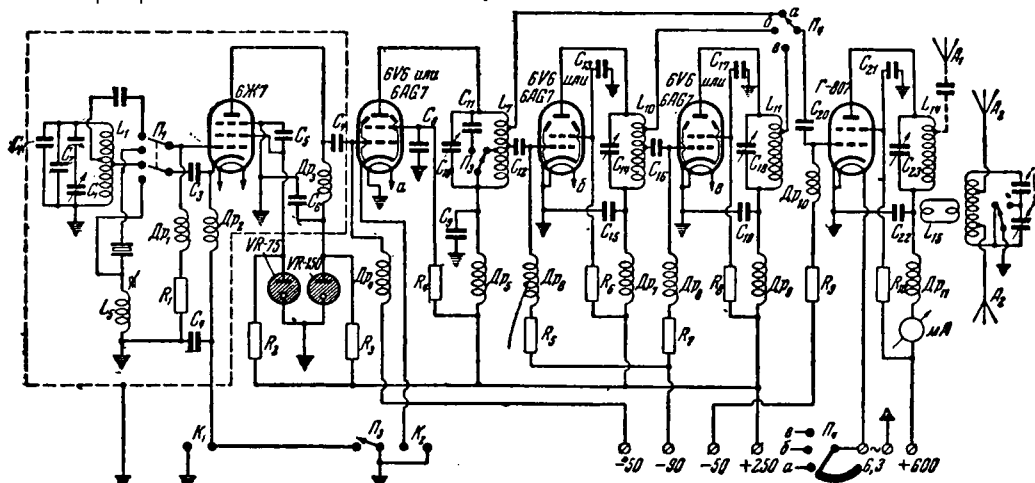


Рис. 110

R_1 —75 000 *ом*, R_2 —25 000 *ом*, R_3 —15 000 *ом*, R_4 —30 000 *ом*, R_5 —5 000 *ом*, R_6 —30 000 *ом*, R_7 —5 000 *ом*, R_8 —30 000 *ом*, R_9 —5 000 *ом*, R_{10} —30 000 *ом*, R_{11} —5 000 *ом*, R_{12} —30 000 *ом*, R_{13} —5 000 *ом*, R_{14} —30 000 *ом*, R_{15} —5 000 *ом*, R_{16} —30 000 *ом*, R_{17} —5 000 *ом*, R_{18} —30 000 *ом*, R_{19} —5 000 *ом*, R_{20} —30 000 *ом*, R_{21} —5 000 *ом*, R_{22} —30 000 *ом*, R_{23} —5 000 *ом*, R_{24} —30 000 *ом*, R_{25} —5 000 *ом*, R_{26} —30 000 *ом*, R_{27} —5 000 *ом*, R_{28} —30 000 *ом*, R_{29} —5 000 *ом*, R_{30} —30 000 *ом*, R_{31} —5 000 *ом*, R_{32} —30 000 *ом*, R_{33} —5 000 *ом*, R_{34} —30 000 *ом*, R_{35} —5 000 *ом*, R_{36} —30 000 *ом*, R_{37} —5 000 *ом*, R_{38} —30 000 *ом*, R_{39} —5 000 *ом*, R_{40} —30 000 *ом*, R_{41} —5 000 *ом*, R_{42} —30 000 *ом*, R_{43} —5 000 *ом*, R_{44} —30 000 *ом*, R_{45} —5 000 *ом*, R_{46} —30 000 *ом*, R_{47} —5 000 *ом*, R_{48} —30 000 *ом*, R_{49} —5 000 *ом*, R_{50} —30 000 *ом*, R_{51} —5 000 *ом*, R_{52} —30 000 *ом*, R_{53} —5 000 *ом*, R_{54} —30 000 *ом*, R_{55} —5 000 *ом*, R_{56} —30 000 *ом*, R_{57} —5 000 *ом*, R_{58} —30 000 *ом*, R_{59} —5 000 *ом*, R_{60} —30 000 *ом*, R_{61} —5 000 *ом*, R_{62} —30 000 *ом*, R_{63} —5 000 *ом*, R_{64} —30 000 *ом*, R_{65} —5 000 *ом*, R_{66} —30 000 *ом*, R_{67} —5 000 *ом*, R_{68} —30 000 *ом*, R_{69} —5 000 *ом*, R_{70} —30 000 *ом*, R_{71} —5 000 *ом*, R_{72} —30 000 *ом*, R_{73} —5 000 *ом*, R_{74} —30 000 *ом*, R_{75} —5 000 *ом*, R_{76} —30 000 *ом*, R_{77} —5 000 *ом*, R_{78} —30 000 *ом*, R_{79} —5 000 *ом*, R_{80} —30 000 *ом*, R_{81} —5 000 *ом*, R_{82} —30 000 *ом*, R_{83} —5 000 *ом*, R_{84} —30 000 *ом*, R_{85} —5 000 *ом*, R_{86} —30 000 *ом*, R_{87} —5 000 *ом*, R_{88} —30 000 *ом*, R_{89} —5 000 *ом*, R_{90} —30 000 *ом*, R_{91} —5 000 *ом*, R_{92} —30 000 *ом*, R_{93} —5 000 *ом*, R_{94} —30 000 *ом*, R_{95} —5 000 *ом*, R_{96} —30 000 *ом*, R_{97} —5 000 *ом*, R_{98} —30 000 *ом*, R_{99} —5 000 *ом*, R_{100} —30 000 *ом*.

кими техническими данными не может быть построен по простой схеме. Минимальное количество ступеней у такого передатчика будет не менее пяти.

Принципиальная схема передатчика приведена на рис. 110 и питающего устройства—на рис. 111.

В задающем генераторе передатчика применена схема с электронной связью с пенастроеной нагрузкой в цепи анода. Схема допускает приме-

нение кварцевой стабилизации. Переход с плавного диапазона на кварцевую стабилизацию осуществляется переключателем $И_1$.

При постройке передатчика надо уделять особое внимание задающему генератору, который должен при работе в плавном диапазоне обеспечивать высокую стабильность частоты и хорошее качество тона. Рабочие частоты задающего генератора лежат в пределах 160-метрового любительского диапазона. В задающем генераторе описываемого передатчика приняты следующие меры стабилизации частоты:

- лампа задающего генератора поставлена в легкий режим;
- в колебательных цепях используются высококачественные детали;
- во внутреннем колебательном контуре $L_1 C_1$ применена большая общая емкость;
- предусмотрена термокомпенсация;
- напряжения, подводимые к экранной сетке и аноду лампы, стабилизированы.

Практика показывает, что для получения высокой стабильности тона телеграфных сигналов необходимо стабилизировать отдельно анодное и экранное напряжения. Для стабилизации анодного напряжения можно применить стабилизатор VR-150/30, а для экранного напряжения — VR-75/30.

Кроме указанных мер, задающий генератор должен быть тщательно экранирован, для чего его лучше поместить в сплошной экран. Экран по своей конструкции должен быть массивным, герметичным и иметь надежные электрические контакты между отдельными частями и шасси передатчика.

После задающего генератора идут три ступени предварительного усиления. Все эти ступени работают как умножители частоты. Все предварительные ступени участвуют в работе только на 10-, 14- и 20-метровых диапазонах. При работе на 40-метровом диапазоне последняя предварительная ступень выключается, а при работе на 160-метровом диапазоне остается включенной только одна первая из предварительных ступеней, причем в этом случае она работает в режиме усиления. Необходимость специальной буферной ступени здесь исключается благодаря применению в задающем генераторе схемы с электронной связью. В колебательном контуре первой промежуточной ступени обеспечено четырехкратное перекрытие по частоте за счет дополнительного конденсатора C_{11} постоянной емкости, включаемого в контур параллельно C_{10} при переходе на 160-метровый диапазон. В промежуточных ступенях лучше всего применять лампы типа 6А1К7, при отсутствии последних можно взять лампу 6V6.

Выходная ступень передатчика работает на лампе Г-807 и развивает в контуре мощность до 40 *вт*, что обеспечит при хороших контурах получение разрешенной любителям этой категории мощности в антенне 20 *вт* на всех любительских диапазонах.

Данные рабочего режима лампы передатчика приведены ниже в таблице.

В анодном колебательном контуре $L_{14} C_{23}$ выходной ступени применяются сменные катушки. Постройка любительских передатчиков с переключением диапазонов затрудняется из-за отсутствия простых и надежных переключателей. Применение обычных переключателей связано с внесением в контур значительной добавочной емкости, что сильно снижает его

Таблица режимов ламп передатчика

Наименование ступени	Напряжения					Токи		Тип лампы
	Накала U_n	Анодное E_a	Экр. сетки E_{c1}	Смещения $-E_j$	Напр. возб. U_{m1}	Накала I_n	Анода I_{a0}	
Задающий генератор . . .	6,3	150	75	—	—	0,3	2 ма	6Ж7
1-я промежуточная . . .	6,3	250	150	—50	60	0,65	20	6AG7
» . . .	6,3	250	200	—50	60	0,5	25	6V6
2-я промежуточная . . .	6,3	250	150	—70	90	0,65	25	6AG7
» . . .	6,3	250	200	—70	90	0,5	25	6V6
3-я промежуточная . . .	6,3	250	150	—70	90	0,65	30	6AG7
» . . .	6,3	250	200	—70	90	0,5	35	6V6
Выходная ступень . . .	6,3	600	250	—50	80	0,9	100	Г-807

резонансное сопротивление и вызывает резкое уменьшение полезной мощности передатчика. Данные катушек самоиндукции колебательных контуров всех ступеней приведены в таблице.

Все электрические данные прочих деталей указаны на схеме передатчика (рис. 110). Связь выходной ступени с антенной, в зависимости от типа последней, может осуществляться непосредственно с анодным контуром через разделительный конденсатор или посредством дополнительного фильтра.

Дополнительный фильтр потребуется только в случае применения симметричных антенн. Электрические и конструктивные данные деталей дополнительного фильтра такие же, как и анодного контура выходной ступени. Порядок настройки передатчика без фильтра пояснений не требует. При работе с фильтром сначала настраивается анодный контур выходной ступени (имеется в виду, что предварительные ступени уже настроены), а затем настраивается антенный фильтр. Момент резонанса отмечается по возрастанию анодного тока выходной ступени. Далее подбирается величина связи с антенной и уточняется настройка антенного фильтра. При правильном подборе связи изменение настройки антенного фильтра будет оказывать незначительное влияние на настройку анодного контура выходной ступени.

Телеграфная манипуляция осуществляется во второй ступени, но возможность ее применения предусмотрена и в задающем генераторе. Для перестройки по приемнику задающего генератора на различные частоты при ключевании в задающем генераторе имеется переключатель P_2 . Этот переключатель при настройке задающего генератора устанавливается в левое положение (рис. 110), разрывает цепь катода 2-й ступени и одновременно шунтирует телеграфный ключ.

Питающее устройство передатчика состоит из трех выпрямителей (рис. 111).

Как видно из его схемы, выпрямитель I питает цепи накала и анодные цепи ламп задающего генератора и предварительных ступеней. Трансформатор для этого выпрямителя может быть использован от приемника типа 7-Ц-27 или другой, более мощный.

Таблица данных катушек самоиндукции и дросселей высокой частоты передатчика

Наименование катушки	Количество витков	Диаметр катушки	Длина намотки	Диаметр провода	Марка провода	Материал и форма каркаса
L_1^1	28	25 мм	35 мм	0,8	ПЭ	Фарфор—цилиндр
L_6^4	25	15 мм	Сплошная	0,4	ПЭ	Прессшпан—цилиндр
L_7^2	32	25 мм	32	0,8	ПЭ	То же
L_{10}	16	25 мм	32	0,8	ПЭ	» »
L_{11}	9	25 мм	32	0,8	ПЭ	» »
L_{14} для 160-м диапазона	32	85	2	1,5	ПЭ	Резбистый каркас—гетинакс
для 40-м диапазона	15	60	3	2,0	Голый, серебряный	То же
для 20-м диапазона	9	60	10	4,0	То же	» »
для 14- и 10-м диапазонов и 15 ²	4	60	17	4,0	» »	» »
для 160-м диапазона	3	60	Сплошная	1,5	ПЭ	» »
для 40-м диапазона	2	60	То же	1,5	ПЭ	» »
для 20-, 14-, 10-м диапазонов	1	60	» »	1,5	ПЭ	» »
Дроссели:						
Др ₁ , Др ₂ , Др ₃ , Др ₄ , Др ₆ , Др ₈ , Др ₉ , Др ₁₀ , Др ₁₁						
Индуктивность 2,5 мкГ						

¹ Отвод от 19-го витка для растягивания диапазона. Отвод к катоду от 5-го витка, считая от «холодного» конца катушки.

² Отвод для переключателя от 18-го витка.

³ Вместо длины намотки дан шаг намотки в мм.

⁴ Настроивается магнетитовым сердечником диаметром 0,9 мм.

Выпрямитель II обеспечивает питание анодной цепи выходной ступени. Трансформатор для этого выпрямителя любителю, вероятно, придется изготовить самому. Данные этого трансформатора не приводятся потому, что в каждом отдельном случае он будет делаться из имеющихся у любителя деталей.

Выпрямитель III предназначен для получения отрицательного смещения на сетках лампы передатчика. Трансформатор этого же выпрямителя питает цепь накала лампы выходной ступени. Для этого выпрямителя может быть взят трансформатор от любого сетевого приемника.

Данные всех деталей выпрямителя приведены на схеме. При самостоятельном изготовлении трансформатора Т₂ в нем можно предусмотреть

совместные функции трансформатора и одновременно автотрансформатора двух других выпрямителей для компенсации колебаний напряжения сети.

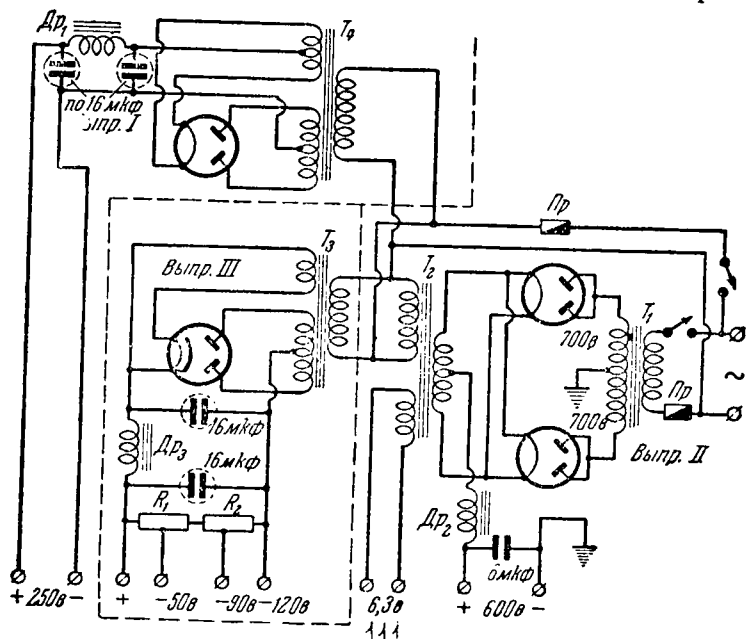


Рис. 111

Для этого следует только взять с некоторым запасом сечение сердечника и несколько большего диаметра провод для первичной обмотки.

ПЕРЕДАТЧИК ПЕРВОЙ КАТЕГОРИИ

К любительским передатчикам этой категории предъявляются повышенные требования в отношении стабильности и тона, а также возможности работать радиотелефоном. Поэтому конструкции передатчиков первой категории обычно выходят за пределы настольных установок. Для сохранения оперативности в работе целесообразно у таких передатчиков делать возбудитель в виде отдельной портативной конструкции, устанавливаемой на столе оператора. Остальная часть передатчика, представляющая собой самостоятельную конструкцию, размещается в любом месте комнаты. Кроме удобства размещения такой конструкции, дополнительным ее достоинством является отсутствие воздействия выходной ступени на частоту задающего генератора.

Возбудитель передатчика

Схема возбудителя представлена на рис. 112. Первая ступень представляет собою задающий генератор с индуктивной обратной связью. Шкала задающего генератора на каждом из рабочих диапазонов имеет са-

мостоятельную градуировку. Растягивание диапазонов осуществляется подключением конденсатора переменной емкости к разным частям катушки самоиндукции L_1 .

Вторая ступень передатчика является буфером и работает на лампе 6АС7. Отрицательное смещение осуществляется за счет падения напряжения на сопротивлении R_2 в катode лампы. Нагрузкой в цепи анода этой лампы является высокочастотный дроссель — Др₂ индуктивностью 2,5 мГн.

Третья ступень служит предоконечной при работе на 160-метровом диапазоне и удвоителем — на всех остальных. Лучшей лампой для этой ступени является 6АГ7. Эту лампу можно заменить лампой 6V6.

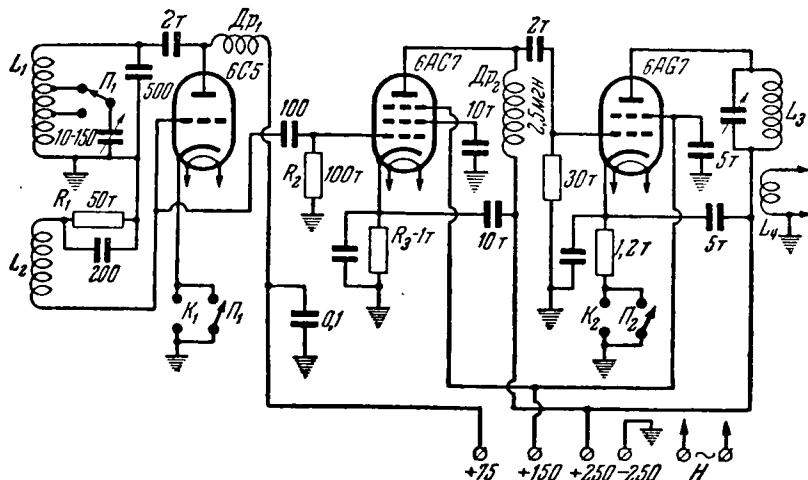


Рис. 112

Возбудитель имеет самостоятельное питающее устройство, смонтированное на общем шасси с остальными выпрямителями передатчика. Стабилизация напряжения осуществляется ионными стабилизаторами. Стабилизаторы напряжения размещаются на шасси возбудителя.

Связь возбудителя с другими ступенями осуществляется посредством низкочастотной линии. Лучше всего в качестве кабеля связи использовать коаксиальный кабель. При отсутствии такого кабеля можно с успехом применять провод с хлорвиниловой изоляцией с жилой диаметром 1 мм. Провод должен быть сплетен, как осветительный шнур. Данные емкостей и сопротивлений приведены на схеме. Катушка самоиндукции L_1 контура задающего генератора имеет 28 витков провода 0,8 мм, намотанного на фарфоровом цилиндре диаметром 25 мм. Длина намотки приблизительно равна 35 мм. Отводы к конденсатору переменной емкости сделаны для 40- и 20-метрового диапазонов от 14-го витка, для 14- и 10-метрового — от 19-го витка. Отводы ни в коем случае не следует делать в виде петли.

При намотке катушки в месте отвода провод зачищается и охватывается согнутой вдвое узкой полоской тонкой латуни или меди длиной 1—1,5 см. Место соединения тщательно пропаивается. В дальнейшем к полученным таким образом лепесткам припаивается монтажный провод, соединяющий катушку с переключателем. Переключатель, ламповая

панель, анодный дроссель и другие детали задающего генератора, входящие в высокочастотные цепи, должны быть высокого качества на керамической основе. Соединительные проводники от катушки колебательного контура к переключателю и конденсаторам должны быть достаточного сечения. Катушка обратной связи L_2 намотана на общем каркасе с катушкой колебательного контура и имеет 19 витков сплошной намотки провода 0,4 мм. Обе катушки плотно наматываются в одном направлении.

Катушка колебательного контура третьей ступени L_3 имеет 32 витка провода ПЭ 0,8 и намотана на таком же каркасе, как и катушка задающего генератора. Катушка связи L_4 имеет 3 витка и намотана на общем каркасе с L_3 со стороны «холодного» конца. Расстояние между соседними витками катушек — 1—1,5 мм.

Ключевание осуществляется в третьей ступени или, при возможности, в задающем генераторе. Переключатель Π_3 обеспечивает возможность настройки передатчика без излучения в эфир при манипуляции в задающем генераторе, а также позволяет без переделки схемы переходить от ключевания в задающем генераторе к ключеванию в третьей ступени в наборот.

Предварительные ступени передатчика

В передатчике, не считая возбuditеля, имеются три предварительные ступени, являющиеся удвоителями. Первая промежуточная ступень имеет

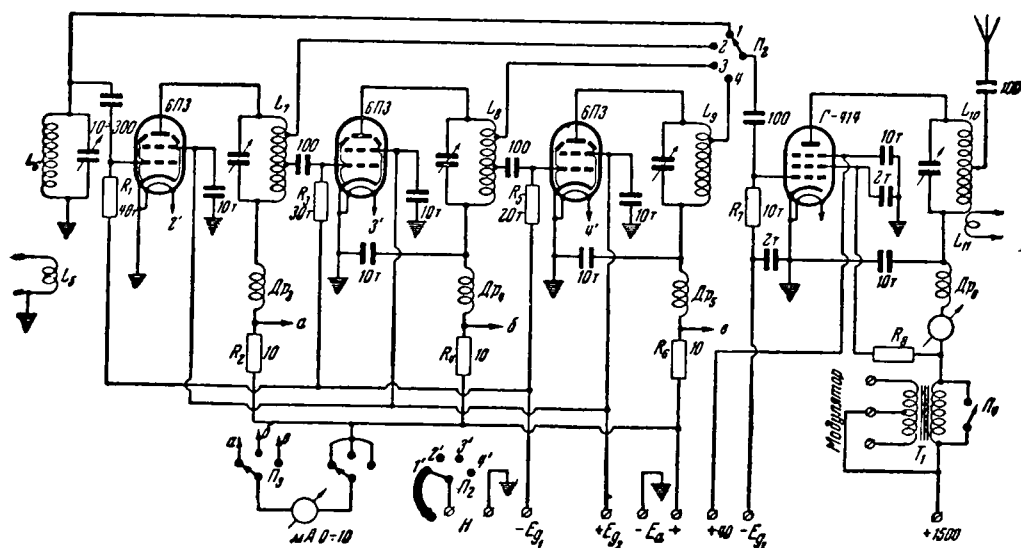


Рис. 113

рабочие частоты, лежащие в пределах 40-метрового любительского диапазона, вторая — 20-метрового и третья — 14- и 10-метрового диапазонов. Каждая ступень может служить предоконечной при работе выходной ступени на том же диапазоне. При работе передатчика на 160-метровом диапазоне предоконечной ступенью является последняя ступень возбuditеля. Накал ламп неработающих ступеней выключается переключателем

диапазонов. Данные катушек колебательных контуров приведены ниже в таблице. Электрические величины остальных деталей указаны на схеме (рис. 113).

Таблица катушек самоиндукции колебательных контуров предварительных ступеней передатчика

Наименование ступени	Число витков	Диаметр каркаса (мм)	Длина намотки (мм)	Диаметр провода (мм)	Марка провода	Материал и форма каркаса
L_7 —анодный контур 1-й ступени	20	25	32	0,8	ПЭ	Фарфор—цилиндрическая
L_8 —анодный контур 2-й ступени	15	25	32	1,8	ПЭ	Стекло
L_9 —анодный контур 3-й ступени	9	25	32	1,0	ПЭ	„
L_6 —сеточный контур 1-й ступени	34	25	Сплошная	0,8	ПЭ	Фарфор—цилиндрическая
L_5 —катушка связи	3	25	То же	0,8	ПЭ	То же

Основные режимы ламп предварительных ступеней указаны на схеме передатчика.

Выходная ступень

Выходная ступень передатчика может работать на лампе Г-414 или Г-813. Схема передатчика является обычной и пояснений не требует. Для переключения диапазонов с целью упрощения конструкции следует применять такие же сменные катушки в анодном колебательном контуре, какие были указаны для передатчика второй категории. Если появится необходимость для ускорения смены рабочих диапазонов в применении переключателя, то последний рекомендуется делать барабанного типа и монтировать катушки на самом барабане. Применение переключателей обычного типа сильно снижает электрические качества колебательных контуров при работе на 20- и 10-метровых диапазонах. В результате этого выходная ступень оказывается в очень тяжелом режиме, падает колебательная мощность.

Для большей универсальности схемы выхода и повышения фильтрации гармоник следует применять фильтр, приведенный в конструкции передатчика второй категории. Режим выходной ступени, в зависимости от применяемых ламп, определяется по общей таблице режимов, приведенной на стр. 165, 166.

Модулятор

В высококачественных передатчиках первой категории необходимо применять анодно-экранную модуляцию. Модулятор—это оконечная ступень усиления, работающая в режиме класса В. Известно, что в этом случае выходная ступень модулятора для устранения сильных нелинейных искажений должна быть выполнена по двухтактной схеме (рис. 114).

Напряжение возбуждения на сетки ламп модулятора может подаваться от любого усилителя низкой частоты, развивающего на выходе звуковую мощность около 5—7 *вт*. В качестве модуляторных ламп применены две лампы ГКЭ-100, включенные триодами. Выбор этого типа ламп обосновывается тем, что пока еще нет других общедоступных ламп такой же мощности.

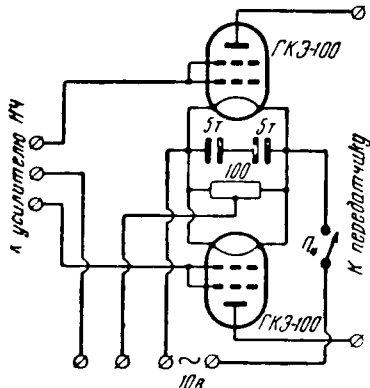


Рис. 114

Переход с телеграфного режима на телефонный осуществляется переключателем П (рис. 113). Этот переключатель при работе в телефонном режиме закорачивает вторичную обмотку модуляционного трансформатора и одновременно разрывает цепь накала ламп модулятора (рис. 114). Закорачивание обмотки выходного трансформатора модулятора связано с замыканием высокого напряжения, поэтому переключатель должен обладать высокими изоляционными качествами. Лучше всего осуществлять это посредством реле. Если для любителя применение анодно-экранной модуляции будет затруднительным, то может быть применена модуляция на управ-

ляющую сетку. В качестве модулятора можно взять усилитель низкой частоты, описание которого приводится ниже. Этот же усилитель при применении анодно-экранной модуляции явится предварительным усилителем для модулятора

Питающее устройство

Для питания такого передатчика требуется четыре выпрямителя (рис. 115). Один выпрямитель (1) обеспечивает питание возбудителя, второй (2)—питание предварительных ступеней, третий (3)—оконечной ступени. Четвертый выпрямитель (4) используется для подачи отрицательного смещения на управляющие сетки ламп и положительного напряжения (+40 в)—на третью сетку лампы Г-414.

Для трех выпрямителей могут быть использованы типовые силовые трансформаторы от вещательных приемников. Высоковольтный трансформатор и трансформатор накала лампы выходной ступени и лампы модулятора необходимо изготовить.

Микрофонный усилитель

Конструкция этого усилителя рассчитана на использование его в качестве модулятора при модуляции на управляющую или пентодную сетку. Кроме того, он может быть применен в качестве предварительного усилителя для модулятора при анодной модуляции. Схема усилителя приведена на рис. 116.

Усилитель имеет три ступени усиления напряжения на сопротивлениях, выходную ступень, работающую в режиме класса В по двухтактной схеме, и ступень автоматической регулировки усиления. Последняя имеет регулировку порога ограничения и предохраняет передатчик от пере-

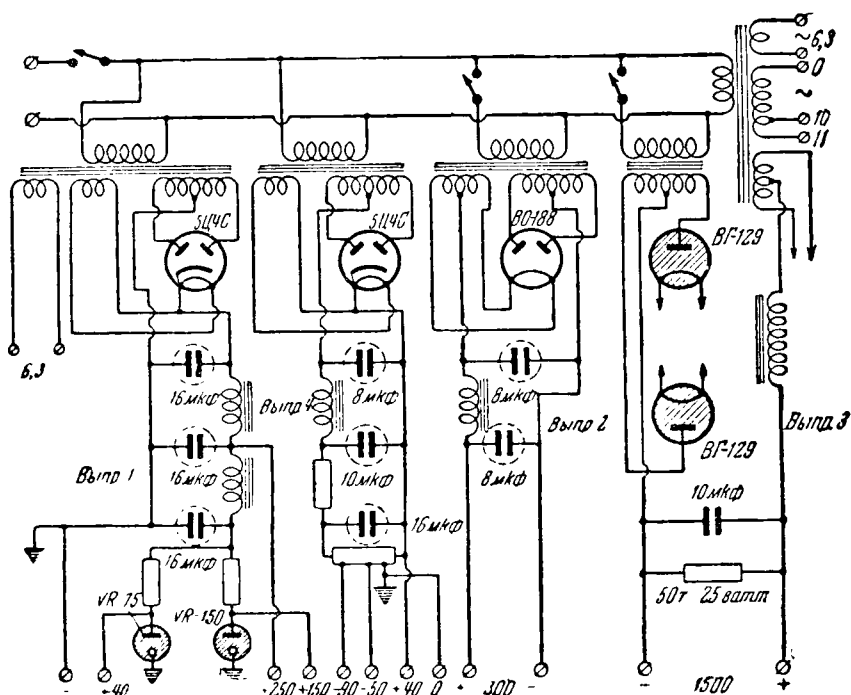


Рис. 115

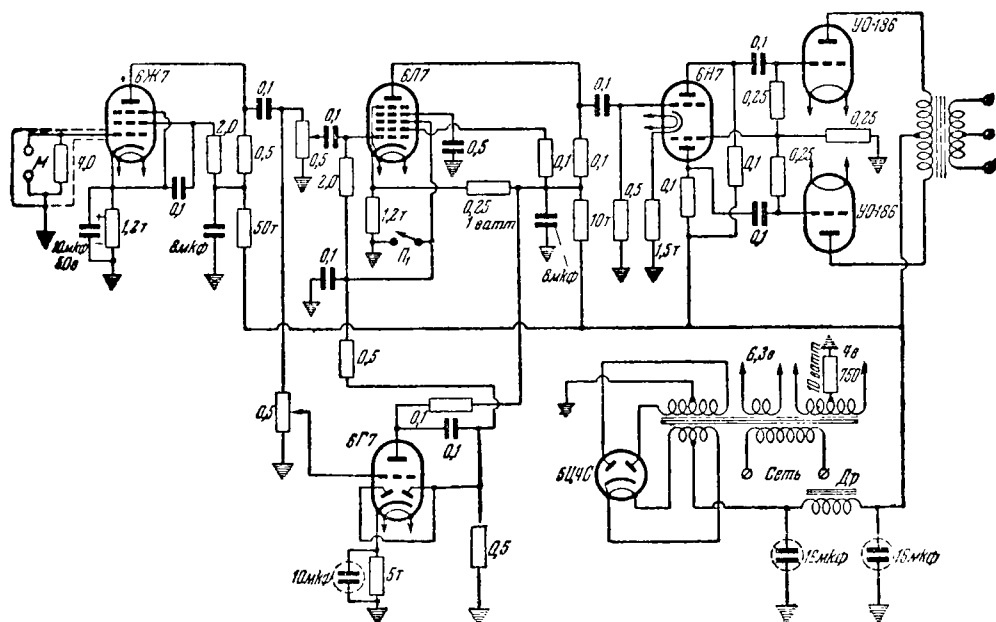


Рис. 116

дуляпии. Переключатель Π_1 позволяет выключать регулирующее устройство при передаче музыки для расширения динамического диапазона. Все данные деталей приведены на схеме. Выпрямитель работает на лампе 5Ц4С. Трансформатор для выпрямителя взят от приемника 7Н-27. Конструктивно усилитель с выпрямителем выполняются на общем шасси и помещаются в железном ящике. Входная цепь усилителя должна быть заключена в надежный экран. Так же тщательно должна быть защищена от воздействия высокой частоты и остальная часть усилителя.

Коэффициенты постоянной составляющей анодного тока

ψ ψ_1	60	65	70	75	80	85	90
0	0,218	0,236	0,253	0,269	0,186	0,302	0,319
5	0,219	0,237	0,254	0,270	0,287	0,303	0,320
10	0,224	0,241	0,257	0,274	0,290	0,307	0,323
15	0,230	0,247	0,263	0,280	0,296	0,312	0,328
20	0,238	0,255	0,271	0,287	0,303	0,318	0,334

Коэффициенты 1-й гармоники анодного тока

ψ ψ_1	60	65	70	75	80	85	90
0	0,391	0,414	0,436	0,445	0,473	0,488	0,500
5	0,393	0,415	0,437	0,456	0,474	0,489	0,501
10	0,400	0,422	0,443	0,462	0,480	0,494	0,506
15	0,412	0,432	0,452	0,471	0,488	0,502	0,513
20	0,424	0,444	0,464	0,482	0,497	0,511	0,522

Рекомендуемые рабочие режимы генераторных ламп

Тип лампы	Род работы	Напряжения					Токи				Потребная мощность	Оптимальное сопротивление
		На аноде E_a	На экранной сетке $E_{г1}$	На третьей сетке $E_{г3}$	Смещения $-E_{г2}$	Амплитуда в разбуждения	Анодный I_{a0}	$I_{г3}$ мА	$I_{г2}$ мА	$I_{г1}$ мА		
Г-411	Телеграф	400	250	20	55	75	100	5	0,6	2,5	25	1900
Г-412	Телеграф	750	250	40	40	75	57	11	1,5	3,5	25	7500
Г-413	Телеграф	750	250	40	55	110	90	15	—	3,5	45	—
Г-413	Телеграф	1000	250	40	50	75	65	10	—	1,0	50	—
Г-413	Телефон; анодно-экр. модуляция	650	—	40	55	110	81	17	—	5	40	—
Г-413	Телефон; сеточная модуляция	750	250	40	85	110	45	8	—	2	12	—
Г-413	Телефон; модуляция на третью сетку	750	250	—	55	110	45	22	0	5	12	—
6Л6	Телеграф	400	200	—	—35	95	88	3,5	—	—	20	—
6Л6	Телефон; анодно-экр. модуляция	325	200	—	—70	65	65	9,0	—	—	11	—
Г-414	Телеграф	750	350	40	60	135	190	45	10	20	100	2800
Г-414	Телеграф	1000	350	40	60	110	150	35	10	9	120	3750
Г-414	Телеграф	1500	350	40	60	100	120	30	8	7,5	150	7300
Г-414	Телефон; анодно-экр. модуляция	1000	350	40	60	110	130	40	10	12	110	—
Г-414	То же	1250	350	40	60	100	100	35	10	10	125	—
Г-440	Телеграф	1500	300	40	70	250	200	40	15	13	200	2700
Г-440	Телеграф	1000	300	40	70	260	230	45	15	18	180	2400

Тип лампы	Род работы	Напряжения						Токи				Потребная мощность	Оптимальное сопротивление
		На аноде E_a	На акрачной сетке E_{a2}	На третьей сетке E_{a3}	Смещение $-E_g$	Амплитуда возбуждения	Анодный I_{a0}	I_{a1}	I_{a2}	I_{a3}	мд	вт	ом
Г-813	Телеграф	2000	400	—	90		180	15	—	3	260		6650
Г-813	Телефон; анодно-экр. модуляция	1600	400	—	130		150	20	—	6	175		
Г-813	Сеточная	2000	400	—	120		75	3	—	—	50		
Г-807	Телеграф	600	250	—	50		100	9	—	3	40		
Г-807	Телефон; анодно-экр. модуляция	475	250	—	50		23	9	—	3,5	27		
Г-803	Телеграф	2000	500	40	90		160	45		12	210		
Г-803	Телефон; анодно-экр. модуляция	1600	500	100	80		150	20		4	155		
Г-803	На третью сетку	2000	500	—110	100		80	48		15	53		
Г-803	Сеточная модуляция	2000	600	40	80		80	20		4	53		
RL-12П35	Телеграф	800	200	0	—80		90	22		3	50		4800
RL-12П35	Телефон; сеточная модуляция	800	200	0	100		45	6		0,5	12,5		4800
RL-12П35	Телефон; модуляция на третью сетку	800	200	—250	80		45	23		3	12,5		4500
6П3	Телеграф-усилитель	400	250	—	50		95	9			25		
6П3	Удвоитель	300	250	—	90		70				8		
6V6	Телеграф	300	200	—	45		60	7,5		2,5	12		
6V6	Телефон; анодно-экр. модуляция	250	200	—	45		60	6,0		2,0	10		
6V6	Удвоитель	300	200	—	52		28				7		

АНТЕННЫ ДЛЯ ПРИЕМНО-ПЕРЕДАЮЩИХ ЛЮБИТЕЛЬСКИХ КОРОТКОВОЛНОВЫХ РАДИОСТАНЦИЙ

Антенны по своему назначению разделяются на передающие и приемные. Принципиальной разницы между ними нет: почти все типы приемных антенн можно использовать и как передающие, и как приемные. Передающие антенны отличаются от приемных тем, что они всегда настраиваются в резонанс с частотой, на которой работает передатчик. Поэтому длину провода передающих антенн обычно берут строго определенную в зависимости от рабочих волн передатчика. Передающие антенны должны быть хорошо изолированы от земли.

Приемные антенны обычно не настраиваются в резонанс на частоту принимаемых сигналов, а рассчитываются на какую-то среднюю частоту диапазона, и длина их провода очень большого значения не имеет.

ПРИЕМНЫЕ АНТЕННЫ

В последнее время даже при наличии высококачественных приемников антенне уделяется значительное внимание. Применение высококачественной антенны в значительной степени улучшит прием, уменьшит индустриальные помехи и несколько увеличит избирательность приемника.

Основными параметрами приемных антенн являются: действующая высота, зависящая в основном от высоты подвеса антенны; индуктивность и емкость, зависящие от геометрических размеров антенны.

Для приема коротких волн в радилюбительских условиях антенна обычно бывает не больше 10—15 м длиной и 8—10 м высотой.

Антенны для коротковолнового приемника можно применять любые: однолучевую Г-образную; однолучевую Т-образную; вертикальную или наклонную; антенны с сосредоточенной емкостью (метелочные антенны), и, наконец, специальные антенны.

Для большей оперативности при связях, особенно при работе во время соревнований, когда каждое переключение играет роль, а также для уменьшения различных помех, необходимо применять для приема отдельные специальные антенны.

В больших городах, где устройство специальных многоэлементных антенн сопряжено с большими трудностями, для приема лучше всего устанавливать штыревые антенны (рис. 117). Такая антенна длиной 3—4 м расположена достаточно высоко над землей, а ввод, в целях предохранения от влияния индустриальных помех, заключается в экран. Штыревая антенна обеспечивает равномерный прием радиостанций во всех направлениях, достаточно проста в изготовлении и недорога.

Резьба неплохие результаты при сильных помехах от трамваев, троллейбусов и т. д. дает антенна, изображенная на рис. 118.

Провод этой антенны длиной в 20—40 м подвешивается между двух мачт высотой 10—12 м. Посередине провод делится изолятором и к каждой половине провода, около разделительного изолятора, присоединяется провод от фидера

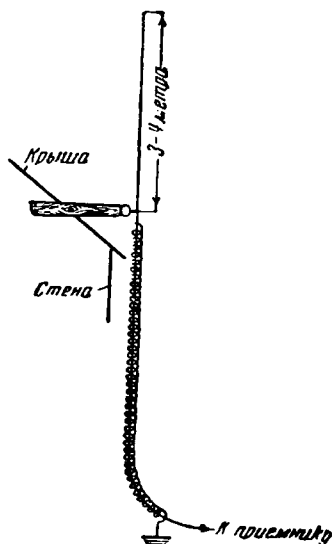


Рис 117

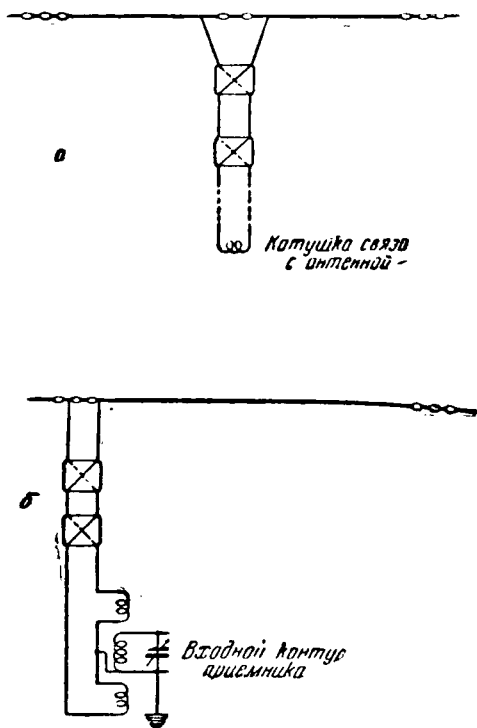


Рис 118

На расстоянии 8—10 м от антенны фидер натягивается на специальные распорки (рис. 119) и перекрещивается в целях уничтожения индуктированных в обоих проводах фидера мешающих токов. Наиболее подверженная действию помех часть фидера в 10—15 м длиной скручивается, как осветительный шнур.

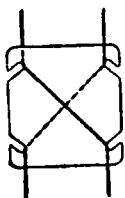


Рис. 119

Эта антенна связывается с приемником специальной катушкой связи, располагаемой симметрично по обеим сторонам катушки входного контура приемника. Катушка имеет 2—4 витка провода 0,5—0,8 мм.

Особенно значительное снижение помех эта антенна дает на 40- и 160-метровых диапазонах.

Хорошие результаты защиты от промышленных и атмосферных помех дают рамочные направленные антенны. Такая антенна была представлена на шестую заочную радиовыставку читинским радиолюбителем т. Вельк. Общий вид антенны показан на рис. 120, где все размеры приведены в метрах.

Два больших треугольных витка смонтированы на одной мачте. Мачта укрепляется на коньке крыши дома при помощи подпятника, трех оття-

жек от середины мачты и двух—от углов рамки. Фидер, соединяющий витки рамки с приемником, изготавливается или из витого осветительного шнура, или из двухжильного экранированного провода. Витки рамки располагаются в одной вертикальной плоскости, направленной в сторону корреспондента. Станции, расположенные вне зон направленности, принимаются значительно слабее или совсем не принимаются

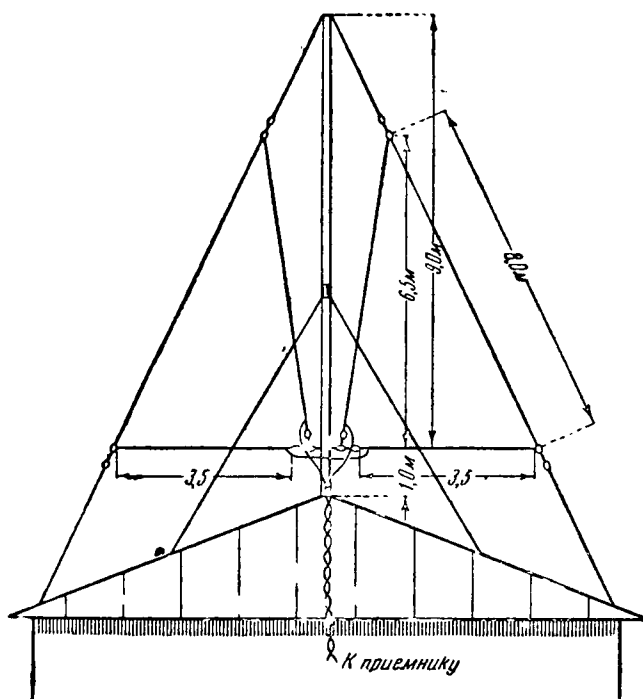


Рис. 120

Фидер от антенны присоединяется к клеммам «антенна» и «земля» приемника. В каждом отдельном случае при приеме нужно убедиться, на каких диапазонах надо заземлить экран фидера и шасси приемника.

Рамочная антенна работает на всем диапазоне волн от 15 до 2 000 м и хорошо снижает помехи, создаваемые телеграфными аппаратами, индукторами и различными электромоторами.

ПЕРЕДАЮЩИЕ АНТЕННЫ

Значительно более серьезные требования предъявляются к передающим антеннам. Передающая антенна должна иметь строго определенные размеры, обладать высоким сопротивлением излучения, высоким КПД, высоким качеством изоляции по отношению к земле. В передающих антеннах сопротивление излучения является полезным; чем больше сопротивление излучения по сравнению с другими видами активных потерь, тем лучше будет работать антенна и тем выше будет ее КПД.

В число показателей, характеризующих передающую антенну, входят коэффициент направленного действия и коэффициент усиления.

Геометрические размеры антенны зависят от длины рабочих волн и выбираются такими, чтобы антенна достаточно успешно работала на двух-трех диапазонах, в любительских условиях, кратных друг другу.

Самым важным элементом любительской коротковолновой радиостанции является антенна передатчика.

От качества передающей антенны в основном зависит успех в установлении дальних радиосвязей. Хорошая антенна, даже при небольших мощностях, позволяет без труда установить радиосвязь с любым пунктом земного шара. При плохой антенне и значительное повышение мощности не даст сколько-нибудь удовлетворительного результата.

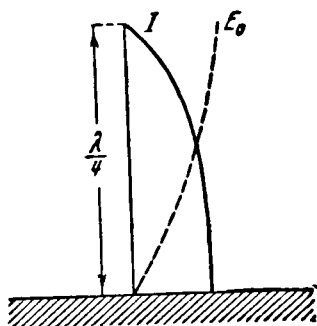


Рис. 121

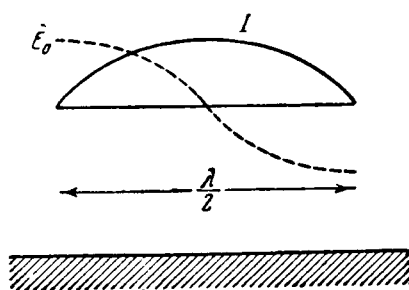


Рис. 122

Антенны любительских коротковолновых передатчиков должны обеспечивать возможность радиосвязи на всех любительских диапазонах, в любом направлении и на любых расстояниях. Иначе говоря, любительская антенна должна быть универсальной.

В настоящем разделе приводятся несколько описаний и простейших расчетов антенн, могущих легко быть построенными в любых условиях, при минимальных затратах, но дающих вполне удовлетворительные результаты.

Прототипами большинства современных антенн являются встречающиеся и поныне два вида антенн: первый—заземленный провод в четверть длины волны, второй—свободно подвешенный в пространстве провод, достаточно удаленный от земли, размером в половину длины волны (диполь).

Для связи с передатчиком при антенне 2-го типа применяются специальные питающие линии—фидеры.

В первом виде антенны при возбуждении ее на основной волне в ней располагается четверть волны, причем у заземленного конца образуется пучность тока и узел напряжения, а у свободного конца провода—узел тока и пучность напряжения (рис. 121).

Во втором же виде антенны при ее возбуждении на основной волне располагается полволны. В середине антенны образуется пучность тока и узел напряжения, а по концам провода—пучности напряжения и узлы тока (рис. 122).

Оба вида антенн возбуждаются, кроме основной волны, и на гармониках (на волнах, в целое число раз меньших основной волны).

Первый вид антенны может работать только на нечетных гармониках; незаземленный провод может работать и на четных гармониках. Второй вид—диполь—может работать на четных и на нечетных гармониках.

При расчете антенн, подобных первому виду, нужно помнить, что номер гармоники определяется числом четвертей волны, укладываемых по длине антенны. При расчете диполей номер гармоники определяется числом полуволн, укладываемых в антенне.

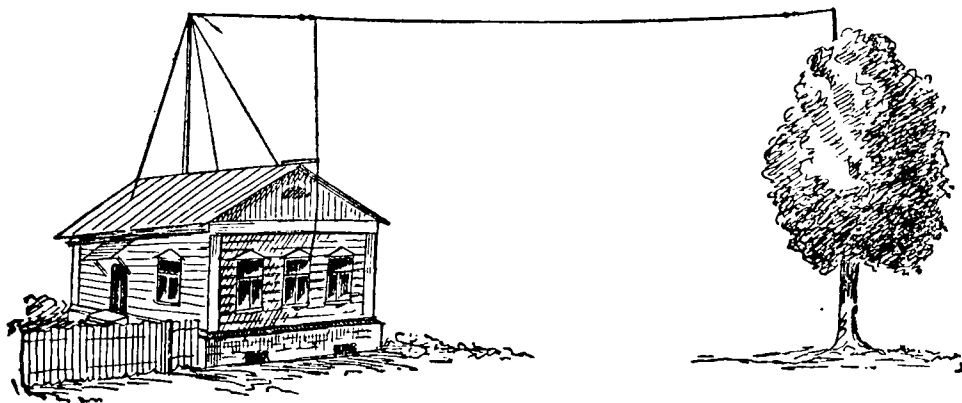


Рис. 123

Для дальних радиосвязей нужно пользоваться антеннами, работающими на высоких гармониках, так как при повышении номера гармоники угол, под которым антенной излучается большая мощность, будет более отлогим. Чем больше номер гармоники, тем больше и геометрические размеры антенны, поэтому, как правило, применяются чаще всего не ниже 3-й и не выше 15-й гармоник.

Г-образные антенны

Очень неплохие результаты дает обычная Г-образная антенна (рис. 123) при условии, если она будет возбуждаться на более высоких гармониках (порядка 5—7).

При применении одной точки подвеса эта антенна принимает вид наклонного луча. Питается она напряжением или током. Если питать антенну током, то ее надо индуктивно связать с выходным контуром передатчика с помощью катушки связи, включенной в антенну в пучности тока (рис. 124).

При питании антенны напряжением необходимо, чтобы на конце, присоединяющем ее к передатчику, была пучность напряжения, т. е. антенна работала бы на четной гармонике. Для этого антенну можно присоединить непосредственно к катушке выходной ступени передатчика или через небольшой конденсатор связи, а также и к отдельному контуру LC , связанному с выходным контуром передатчика индуктивно. Этот контур должен быть настроенным на ту же частоту, что и выходной контур.

При питании антенны напряжением трудно контролировать мощность в ней, так как амперметр, включенный в антенну у самого передатчика, ничего не покажет. Поэтому более распространено питание антенны током, где контроль мощности может производить амперметр, включенный в антенну вблизи от передатчика.

Большим и важным преимуществом питания антенны током является значительно более легкая возможность настройки антенны на желаемую волну, отличную от собственной волны антенны или ее гармоник, а также и то, что она дает возможность работать почти на всех любительских диапазонах без больших переделок.

Расчет обычной Г-образной антенны состоит в определении длины провода антенны и противовеса.

Для этого необходимо знать волны или диапазоны, в которых должна работать антенна, а также выбрать максимально возможную длину антенны

и номер гармоники для работы на самом длинноволновом из диапазонов.

Для определения длины провода антенны, включая горизонтальную часть и снижение, служит формула:

$$l = \frac{n\lambda}{4,2},$$

где l — длина провода антенны в метрах, λ — длина рабочей волны в метрах и n — номер выбранной гармоники. При расчете антенны для работы по всему выбранному диапазону берется средняя для этого диапазона длина волны.

При наличии вокруг антенны

больших железобетонных массивов, проводов и т. д. может оказаться, что расчетные данные длины провода будут не совсем верны. В таких случаях, проверив на передатчике совпадение длины основной волны и гармоник с расчетными, нужно будет несколько изменить длину провода.

Для работы на 10-, 14-, 20- и 40-метровых диапазонах наиболее подходящей будет антенна общей длиной в 50 м. На 40-метровом диапазоне она будет работать на 5-й гармонике, достаточно высокой для получения хороших результатов.

На 20-метровом диапазоне гармоника будет 10-й, четной. Для перехода к питанию антенны током на этом диапазоне необходимо изменить длину антенны, чтобы гармоника стала нечетной, хотя бы 11-й. Для этого последовательно с антенной между вводом и передатчиком включают катушку самоиндукции, на которой подбирают такое число витков, чтобы отдача была максимальной. Можно также удлинить антенну, добавив кусок провода длиной порядка 5 м.

Для точной настройки антенны уже в пределах диапазона, а также при применении антенны произвольной длины последовательно с антенной включается конденсатор переменной емкости в 200—500 пф (рис. 125).

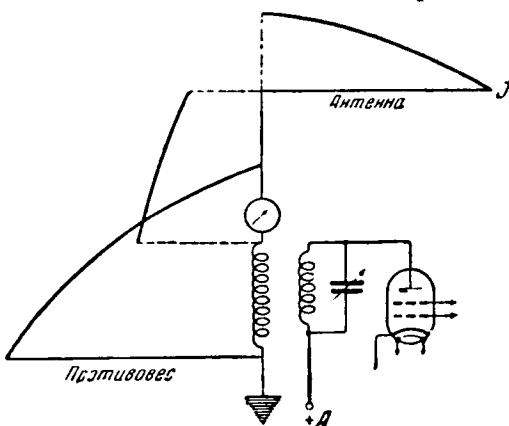


Рис. 124

В 14-метровом диапазоне антенна будет работать на 15-й гармонике.

Для работы в 10-метровом диапазоне антенну необходимо удлинить на 2,5 м и тогда она будет возбуждаться на 23-й гармонике.

Противовес подбирается для каждого диапазона в отдельности по формуле: $l_1 = \frac{\lambda}{4,5}$, где l — длина противовеса в метрах, λ — длина волны в метрах.

Для 40-метрового диапазона его длина равна 9,3 м, для 20-метрового — 4,6 м, для 10-метрового — 2,3 м, для 14-метрового — 3,1 м.

Антенну следует располагать как можно выше, а снижение от нее должно проходить по возможности дальше от крыш, проводов, стен.

Провод для антенны лучше брать одножильный, диаметром 1,5—2,5 мм. В крайнем случае можно взять канатик и даже железный провод. Передатчик надо помещать ближе к вводу антенны.

Противовес может быть размещен и в комнате, и на улице на высоте 2—2,5 м над землей. При этом нужно помнить, что в противовесе развиваются значительные напряжения, могущие причинить ожоги, поэтому его нужно так изолировать, чтобы не было несчастного случая.

Настройку антенны производят по прибору, включенному в цепь антенны. Связав антенну с передатчиком, настроенным на желаемую волну, и включив его, замечают отклонения прибора. Затем, изменяя настройку антенны переменным конденсатором, подбирая число витков удлинительной катушки и изменяя длину провода ввода, добиваются максимального излучения. По получении максимума отклонения прибора нужно попробовать изменить величину связи антенны с выходным контуром передатчика, добиваясь максимума излучения.

Мощность, отдаваемую в антенну, можно определить по силе тока в пучности по следующей формуле: $P = j^2 \cdot R$, где P — мощность в антенне (в *вт*), j — сила тока в антенне (в *а*) и R — полное сопротивление антенны, которое состоит из сопротивления потерь и сопротивления излучения (в *ом*).

Для антенны с противовесом, работающей на своей основной волне, полное сопротивление в пучности тока составляет около 70 *ом*. Эта величина может изменяться в ту или другую сторону в зависимости от расположения антенны, близости к ней земли, зданий, масс проводов, взаимного расположения противовеса и антенны и т. д. Чем больше номер гармоники, тем больше сопротивление антенны.

Сопротивление излучения диполя, работающего на основной волне, равно 73 *ом*, при работе на 2-й гармонике оно уже составляет около 90 *ом*, на 3-й гармонике — примерно 100 *ом*, 4-й — 110 *ом* и т. д.

Для 160-метрового диапазона наиболее подходящей антенной, очень простой в изготовлении, является наклонный луч длиной в четверть волны. Для 160-метрового диапазона диполь будет иметь значительные габариты

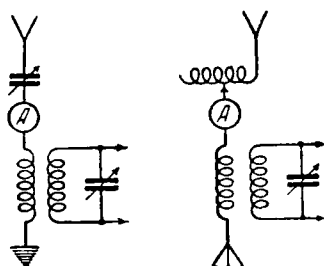


Рис. 125

(длина горизонтальной части будет порядка 70—80 м) и поэтому разместить такую антенну можно далеко не везде.

Наклонный луч для 160 м будет иметь длину всего лишь 30—40 м. Расчет длины наклонного луча производится по формуле:

$$L = \frac{n\lambda}{4,2},$$

где L — длина провода луча, n — номер гармоники, λ — рабочая волна.

Таким образом, луч для 160-метрового диапазона будет иметь следующую величину:

$$L = \frac{1 \cdot 160}{4,2} = 36 \text{ м.}$$

Антенна связывается с передатчиком индуктивно. Катушка связи антенны с передатчиком имеет 8—10 витков провода 2—2,5 мм. Диаметр катушки — 5—8 см.

Симметричные антенны

Диполи нашли более широкое применение среди коротковолновиков, чем простые антенны (Г-образная и ей подобные).

В простейших типах антенн излучает не только горизонтальная часть антенны, находящаяся высоко над строениями, но и ее спуск и ввод, проходящие среди зданий, в непосредственной близости к ним. Это приводит к тому, что значительная часть излучаемой энергии пропадает.



Рис. 126.

Диполь дает возможность подвесить излучающую часть антенны вдали от поглощающих энергию предметов, а питать ее фидером — системой, не излучающей энергии.

При питании антенны со стоячей волной ток и напряжение в линии сдвинуты по фазе на 90°. Отражение сопровождается стоячими волнами в фидерах, которые проявляются точками максимума и минимума тока и напряжения.

Расстояние между двумя максимумами тока или напряжения (их пучностями) равно $\frac{1}{2}\lambda$, а расстояние между точками максимума тока и максимума напряжения равно $\frac{1}{4}\lambda$.

Ток на концах проводов фидера будет равен нулю (рис. 126), напряжение же будет достигать максимума. Ток в заданной точке на любом из проводов будет сдвинут по фазе на 180° по отношению к такой же точке на другом проводе, на одинаковом расстоянии от источника возбуждения. Магнитные поля вокруг проводов будут противоположными, в результате излучение или будет полностью отсутствовать, или его величина будет весьма незначительной.

Для выполнения симметричной антенны необходимо рассчитать длину собственно антенны, т. е. излучающего вибратора, определить длины проводов фидера и тип настройки его для каждого из необходимых диапазонов.

Длина провода антенны рассчитывается по формуле: $L = 0,47\lambda$, где λ — длина рабочей волны в метрах.

Длина фидера должна составлять целое нечетное число четвертей волны и рассчитываться по формуле:

$$l = 0,9 \frac{\lambda}{4} n,$$

где n — нечетное число, 0,9 — коэффициент для учета влияния на фидер близлежащих предметов и наличия катушки связи.

С передатчиком фидер связывается индуктивно.

У одноконтурного передатчика расположение катушки связи не имеет значения. У двухконтурного передатчика связь должна быть симметричной, для чего катушку связи помещают точно в середине катушки выходного контура передатчика, или катушка связи делится пополам (рис. 127) и каждая половина катушки связывается с одним из концов катушки выходного контура.

Фидер должен быть настроен на собственную волну антенны или любую нечетную гармонику рабочей волны.

Рассчитаем антенну для работы на 10-, 14-, 20- и 40-метровых диапазонах.

Антенной наименьшей длины будет полноволновая 40-метровая антенна, рассчитанная на середину диапазона, т. е. на 42 м.

Ее длина определяется по формуле:

$$L = 0,47\lambda; \quad L = 0,47 \times 42 = 19,74 \text{ м.}$$

Длину провода фидера рассчитываем такой, чтобы она не превышала 30 м, так как при большей длине увеличиваются потери:

$$l = 0,9 \frac{\lambda}{4} \cdot n,$$

$$\text{при } n=1 \quad l = \frac{0,9 \cdot 42 \cdot 1}{4} = 9,45 \text{ м.}$$

$$\text{при } n=3 \quad l = \frac{0,9 \cdot 42 \cdot 3}{4} = 27,35 \text{ м.}$$

Для работы на 20-метровом диапазоне придется несколько изменить величину фидера:

$$\text{при } n=1 \quad l = \frac{0,9 \cdot 21 \cdot 1}{4} = 4,72 \text{ м.} \quad \text{при } n=3 \quad l = \frac{0,9 \cdot 21 \cdot 3}{4} = 14,16 \text{ м.}$$

Для работы на 14-метровом диапазоне фидер будет иметь величины $l = 3,15$ и $15,45$ м соответственно.

На 10-метровом диапазоне длину фидеров можно взять в 2,2, 6,6 или 11 м.

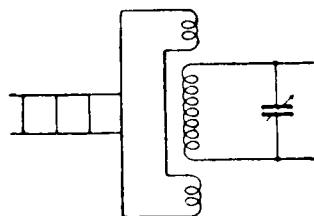


Рис. 127

Для быстрого перехода с диапазона на диапазон без укорачивания длины фидера применяется последовательная или параллельная настройка фидеров переменными конденсаторами (емкостью 200—400 пф) (рис. 128).

Если собственная длина волны фидерной системы несколько выше собственной волны антенны или ее нечетной гармоники (больше λ , 3λ , 5λ), то применяется последовательная настройка (рис. 128, А).

Настройка для различных диапазонов

Длина каждого провода фидера в м	7 000 кГц (40-м)	14 000 кГц (20-м)	21 000 кГц (14-м)	23 000 кГц (10-м)
28,5	Последовательно	Параллельно	Параллельно	Последовательно и параллельно
15,45	Параллельно	»	»	Последовательно
9,45	Последовательно	»	»	Параллельно и последовательно
4,72	Параллельно	Последовательно	Последовательно и параллельно	Параллельно
2,2	»	Параллельно	Параллельно	Последовательно

В том случае, когда собственная длина волны фидерной системы больше четной гармоники волны антенны (больше 2λ , 4λ , 6λ), но меньше ее нечетной (λ , 3λ , 5λ), то применяется параллельная настройка (рис. 128, Б). Это дает возможность подогнать фидер под необходимый диапазон тем или другим видом настройки его.

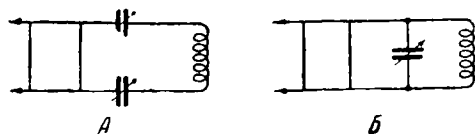


Рис. 128

В таблице приводятся наиболее подходящие величины для фидеров и указывается способ их настройки для каждого из любительских диапазонов.

При постройке фидеров длину их необходимо выбирать такой, чтобы их можно было подстроить параллельным или последовательным присоединением переменных конденсаторов.

Важным требованием при постройке фидеров является их симметричность: оба провода фидера должны быть одинаковой длины. Даже при небольшом отклонении в размерах проводов наблюдается несимметричность распределения тока и напряжения и нарушается основное преимущество фидерной системы—отсутствие излучения.

Расстояние между проводами фидеров берется таким, чтобы магнитные поля каждого из проводов взаимно ослабляли друг друга и чтобы изменение междупроводной емкости при вибрации фидерной системы не вносило заметных изменений в настройку фидеров и не уменьшало излучаемой мощности. Как показывает практика, это расстояние лучше всего брать порядка 20—25 см.

Распорки делаются из пропарафинированного дерева, эбонита, стекла и ставятся через 80—100 см. Провод для фидера и антенны берется 2—3 мм одинакового сечения — медный, обладающий достаточной жесткостью. Фидер должен быть укреплен между вводом и антенной жестко, чтобы вибрация его была минимальной.

Настройку фидера осуществляют следующим порядком. Отсоединив фидер от излучающей части, антенну вновь натягивают и фидер слабо связывают с передатчиком. Фидер подстраивают в резонанс и замечают деление подстроечных конденсаторов. Затем антенну спускают снова, фидер подключают к излучающей части, опять поднимают антенну и фидеры вторично подстраивают в резонанс.

Если резонанс получается при том же положении подстроечных конденсаторов, то антенна рассчитана точно. Если емкость увеличилась — значит излучающая часть коротка, если уменьшилась — длинна.

Антенна с питанием бегущей волной

По своим качествам наибольшее распространение среди радиолюбителей-коротковолновиков получили антенны с питанием бегущей волной, особенно однофидерная антенна.

Однофидерная антенна, несмотря на простоту устройства, дает удовлетворительные результаты как в установлении сверхдальних радиосвязей, так и на ближних расстояниях.

Эта антенна достаточно удовлетворительно возбуждается на 2-й и 4-й гармониках. На нечетных же гармониках она возбуждается плохо.

Известно, что сила тока и напряжение при режиме питания бегущей волной очень невелики.

Так, если обозначить амплитуду тока через I , а напряжение бегущей волны через E_0 , мощность в фидере через P_A и волновое сопротивление фидера через S , мы получим, что:

$$P_A = \frac{1}{2} I^2 S = \frac{E_0^2}{2S}, \text{ отсюда: } I_A = \sqrt{\frac{2P_A}{S}} \text{ и } E_0 = 2P_A S.$$

Считая $S = 600$ ом и взяв мощность, равную хотя бы 3 вт, получаем:

$$I_A = \sqrt{\frac{2 \cdot 3}{600}} = 0, \quad I_A \text{ и } E_0 = \sqrt{2 \cdot 3 \cdot 600} = 60 \text{ в.}$$

Отсюда видно, что для возбуждения антенны необходимо включить фидер с питанием бегущей волной в такую точку антенны, в которой напряжение не равно нулю, а имеет некоторую величину, примерно равную величине напряжения в фидере.

На рис. 129 показано распределение токов (сплошная линия) и напряжения (пунктиром) в антенне с питанием бегущей волной при ее работе на основной волне (I), на 2-й гармонике (II) и на 4-й гармонике (III).

Установлено, что точка присоединения фидера к излучающей части антенны делит антенну в отношении 3 : 5, т. е. фидер отстоит от одного из концов антенны на $\frac{3}{8} L$, где L — длина провода излучающей части.

В точке присоединения фидера к антенне кажущееся сопротивление антенны равно волновому сопротивлению фидера. В этом случае бегущая по фидеру волна, достигая антенны, не испытывает отражения.

Волновое сопротивление различных фидеров зависит от расстояния между проводами и от их диаметра. Волновое сопротивление двух скрученных изолированных проводов равно примерно 70 ом. Волновое сопротивление одиночного провода достигает 600 ом.

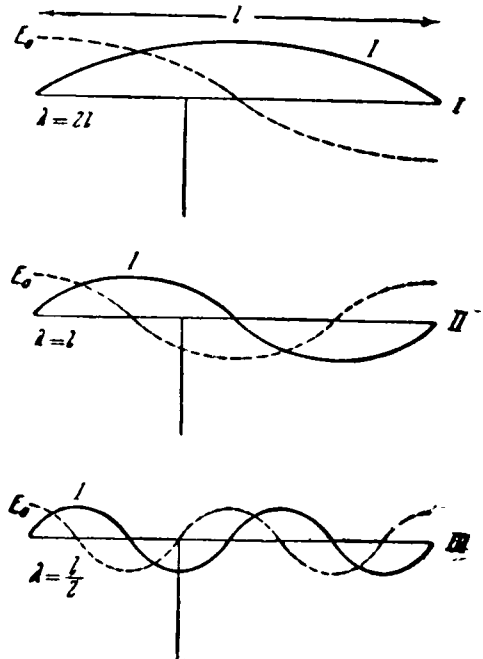


Рис. 129

Точка присоединения фидера к антенне находится опытным путем. Расстояние X_0 берется равным одной трети длины провода антенны.

Для примерного определения этой точки служит формула:

$$X_0 = 0,17 \cdot \lambda.$$

Фидер может иметь любую длину до 200—300 м. Примерно на расстоянии трети длины он должен идти перпендикулярно к излучающей части. Перегибы фидера под острым углом недопустимы.

Наиболее подходящей антенной с питанием бегущей волной будет антенна с основной волной на 40-метровом диапазоне. Она вполне удовлетворительно будет работать и на 20-, 14- и 10-метровых диапазонах без каких-либо перестроек. Такие антенны с успехом работают у большинства советских радиолюбителей.

Из рис. 129 видно, что фидер присоединяется к излучающей части антенны при работе на основной волне 1-й (1λ) или 2-й (2λ) гармониках в точке, в которой стоячая волна при данной гармонике имеет напряжение больше нуля. Практика показывает, что на 2-й гармонике возбуждение получается несколько лучше, чем на основной волне.

Расчет однофидерной антенны с питанием бегущей волной весьма несложен: нужно определить длину провода антенны, расстояние точки присоединения фидера к антенне от конца антенны X_0 (рис. 130).

Длина провода излучающей части антенны определяется по формуле:

$$l = 0,95 \frac{\lambda}{2} = 0,475 \lambda,$$

где λ — рабочая волна в метрах.

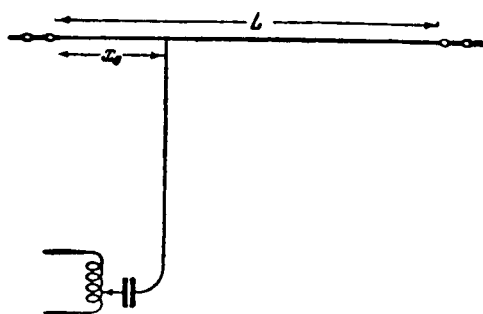


Рис. 130

Геометрические размеры такой антенны следующие:

$$L = 0,475 \cdot 42,5 = 20,20 \text{ м},$$

$$X_0 = 0,17 \cdot 42,5 = 7,22 \text{ м}$$

(расчет взят для волны в 42,5 м, т. е. середина любительского 40-метрового диапазона).

Связь с выходным контуром передатчика может быть различной. Для уменьшения излучения гармоник более подходящей является индуктивная связь. Виды связи приведены на рис. 131.

Величину связи необходимо подобрать. При гальванической связи антенны с передатчиком связь подбирается перестановкой антенного щипка, начиная с «холодного», т. е. заземленного, конца катушки до тех пор,

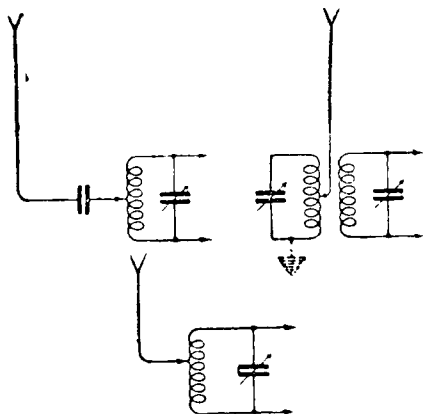


Рис. 131

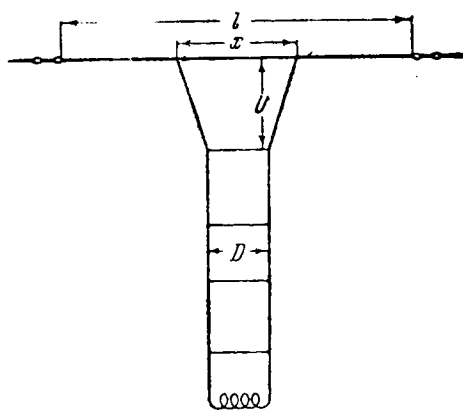


Рис. 132

пока спадание анодного тока выходной ступени не покажет, что антенна отбирает максимум мощности.

Ток в антенне с питанием бегущей волной, как это уже указано выше, достигает незначительной величины. Большой ток в антенне покажет, что антенна работает ненормально и фидер излучает.

Второй разновидностью антенны с питанием бегущей волной является симметричная антенна с дельтообразным включением фидера (рис. 132).

Бегущая волна в таком фидере получается за счет того, что с некоторого определенного расстояния провода фидера по мере приближения к излучающей части антенны расходятся, чем увеличивается их волновое сопротивление. К антенне фидер присоединяется в точках, где кажущееся сопротивление равно волновому сопротивлению проводов фидера. Расчет этой антенны аналогичен расчету антенны с одним фидером.

Рассчитываются: длина провода излучающей части антенны — L , расстояние между точками присоединения фидера к антенне — X , расстояние от антенны до начала расхождения проводов фидера — U и расстояние между проводами фидера — D .

Для расчета применяются следующие формулы:

$$L = 0,475\lambda,$$

$$X = 0,125\lambda,$$

$$U = 0,15\lambda,$$

$$D = 75 d,$$

где λ — длина рабочей волны в метрах,

d — диаметр проводов фидера в миллиметрах.

При применении двухпроводного фидера для возбуждения антенны на 2-й гармонике необходимо подавать по обоим его проводам бегущие волны одной и той же фазы. Для этого нужно включить оба конца фидера в одну точку или при индуктивной связи с антенной включить оба провода на один конец антенной катушки. Для образования замкнутого промежуточного контура параллельно катушке включается переменный конденсатор.

Двойная антенна в этом случае теряет свое основное преимущество — симметричность нагрузки, поэтому при работе на 2-й гармонике с двухтактным передатчиком она дает несимметричную нагрузку лампам и ухудшает отдачу передатчика.

Провода фидера через 50—75 см укрепляются на распорках для сохранения одинакового расстояния между ними на всей длине. В качестве распорок применяется любой изолирующий материал, не боящийся сырости, жары и резкой смены температуры.

Распорки можно сделать из деревянных палочек с укрепленными на концах фарфоровыми роликами.

Симметричные антенны с фидером, антенны со стоячей волной и с питанием фидера бегущей волной имеют достаточно ярко выраженную направленность излучения в плоскости, перпендикулярной проводу вибратора.

Вертикальная антенна, или луч (симметричный вибратор), не имеет направленного действия в горизонтальной плоскости. Это весьма ценное качество для любителей-коротковолновиков, которым необходима простая, дешевая, легко выполняемая антенна для связей в любых направлениях. Лучшие результаты такая антенна дает при работе на основной своей волне и на 2-й гармонике.

В простейшем виде эта антенна представляет собой луч длиной в полуволну, укрепленный так, чтобы антенна по отношению к земле была перпендикулярна примерно на $1/2$ или $3/4$ своей длины. Ввод к передатчику не должен иметь острых углов и быть предельно коротким.

Вертикальная часть антенны (рис. 133) может быть жесткой, из медной трубки диаметром 3—5 мм, отвод можно сделать из более тонкого провода или канатика сечением 2—2,5 мм.

Длина антенны (включая и ввод) рассчитывается по формуле:

$$L = 0,485\lambda.$$

Точную длину по максимуму тока в антенне желательно подобрать опытным путем, так как расчетные данные из-за влияния окружающих антенну предметов могут оказаться не совсем точными. Ток в такой антенне довольно велик. Так, при 100-ваттном передатчике на 20 м он

достигает величины 1,5—1,8 а, на 40-метровом диапазоне становится уже порядка 2—2,5 а.

Вертикальный луч длиной в половину волны можно присоединить

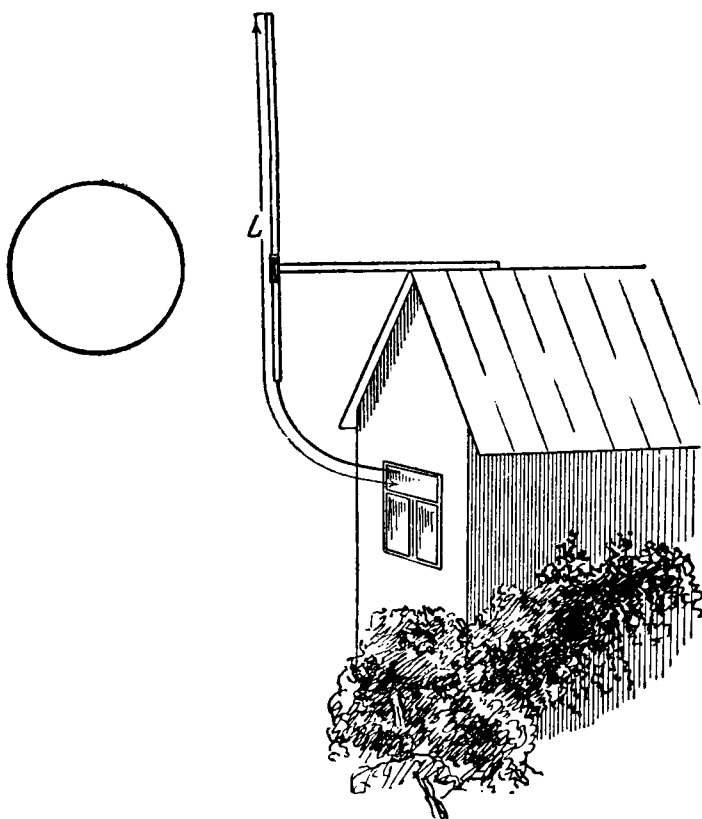


Рис. 133

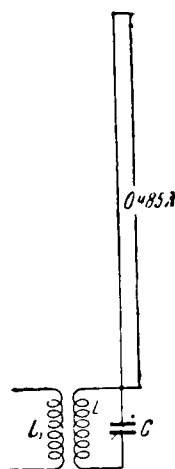


Рис. 134

к колебательному контуру CL (рис. 134), индуктивно связанному с выходным контуром передатчика, в этом случае длина луча роли не играет.

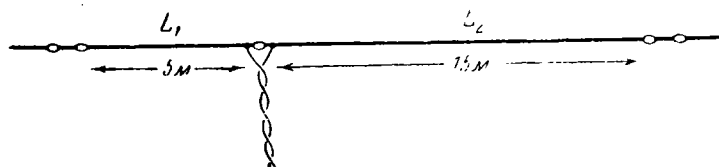


Рис. 135

Здесь L равно 2—6 виткам провода 1,5—2 мм и C равно 150—250 пф. Диаметр катушки L равен диаметру катушки выходного контура передатчика.

Эта антенна излучает во все стороны равномерно. Необходимо только поместить ее вертикальную часть как можно дальше от зданий, железных массивов, проводов и т. д.

Эта антенна не требует ни противовеса, ни заземления.

Хорошие результаты в установлении дальних радиосвязей дает простая антенна с питанием двух проводным фидером сопротивлением в 75 ом. Для 20-метрового диапазона геометрические данные антенны приведены на рис. 135.

В качестве фидера берется обычный двойной осветительный шнур сечением 0,75 мм. Высота подвеса такой антенны—порядка 8—10 м

Направленные антенны

Очень хорошие результаты дают специальные направленные антенны, излучающие максимум энергии в одном или двух выбранных направлениях. Для любителей-коротковолновиков постройка двух таких антенн может обеспечить при небольшой мощности уверенную связь со всеми частями света.

Берутся две полуволновые антенны A и A_1 (рис. 136), расположенные под углом в 90° по отношению друг к другу. При питании каждой антенны отдельными парами фидеров наибольшее излучение будет в направлении $C-C_1$.

Однолучевая полуволновая антенна, при малом влиянии окружающих ее предметов, даст наибольшее излучение под прямым углом к направлению ее оси, т. е. $a-a_1$ для антенны A и $b-b_1$ для антенны A_1 .

Включив оба луча антенны на тройной фидер и сделав соответствующий переключатель, дающий возможность питать либо каждый луч в отдельности, либо оба вместе, можно наибольшее излучение направить в любом из указанных направлений.

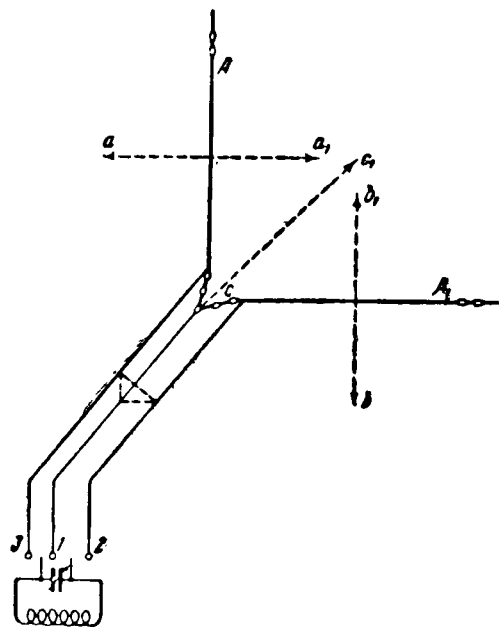


Рис. 136

Провода фидера располагаются треугольником, на равном расстоянии друг от друга, в 15—25 см. Ножи переключателя во избежание емкостного влияния между ними должны быть расположены не ближе 15 см один от другого.

Длина провода излучающей части антенны рассчитывается по формуле:

$$L = 0,475 \lambda.$$

Длина каждого провода фидера определяется формулой:

$$L = 0,9 \frac{\lambda}{4} \cdot n,$$

где n —нечетное число.

Оператор радиостанции УА0УА С. Гуликов (г. Чита) предложил подобную же антенну, но с несколько другими геометрическими и расчетными данными*.

На высоте 10—12 м им были подвешены под углом 60° друг к другу две антенны (рис. 137), длина горизонтальной части которых была им взята в 63 м.

Фидер взят трехпроводный, длина каждого провода 12 м. Настраивается фидер двумя конденсаторами переменной емкости, включаемыми либо параллельно, либо последовательно. Максимальное излучение получается в направлении $A-A_1$.

Несколько более сложной в изготовлении, но показывающей лучшие результаты, будет многоэлементная направленная антенна. Эта антенна дает значительное повышение излучения энергии в сторону своей направленности.

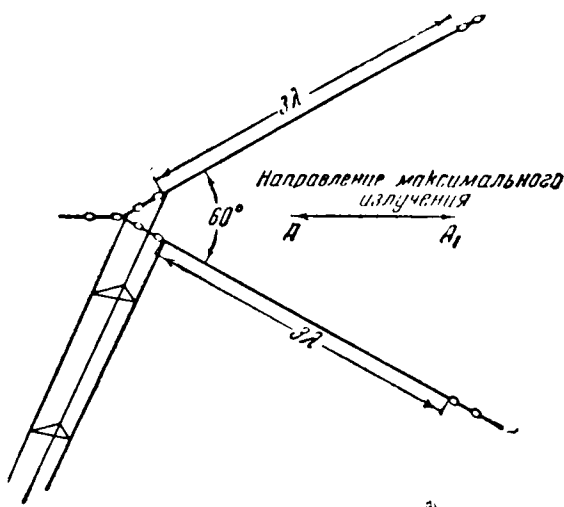


Рис. 137

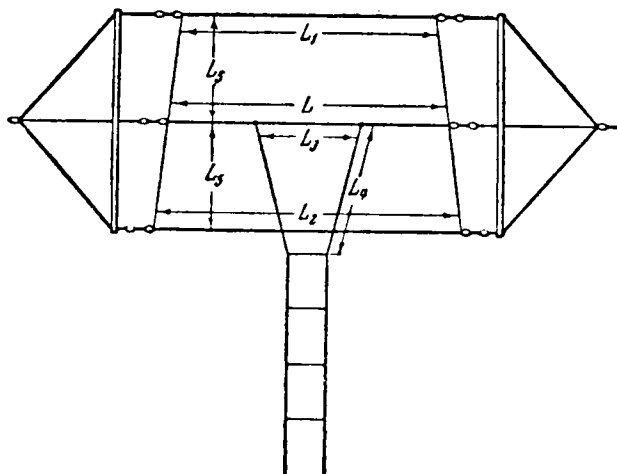


Рис. 138

Наиболее простой конструкцией этого типа будет трехэлементная неподвижная антенна (рис. 138), имеющая рефлектор (L_1), собственно антенну (L), и директор (L_2).

* См. журнал «Радио» № 12 за 1947 г.

Степень направленности в основном зависит от директора. Он настроен так, что ток в нем отстает от тока в антенне по фазе на угол, близкий к 90° , при этом он направляет излучаемую энергию в одну сторону.

Рефлектор служит для того, чтобы энергия не излучалась в противоположную от директора сторону. Он отражает волну, излучаемую антенной, которая вновь попадает на антенну, совпадая по фазе с прямой волной, излучаемой антенной, и как бы усиливает ее. В данном типе антенны применен пассивный рефлектор, без подводки к нему питания. Увеличивая число директоров, можно концентрировать излучение энергии в определенном направлении.

Для 20-метрового диапазона эта антенна имеет сравнительно небольшие габариты.

Расчет антенны производится по следующим формулам:

$$\begin{aligned} L &= 0,475 \lambda & L_s &= 0,12 \lambda \\ L_1 &= 0,45 \lambda & L_d &= 0,15 \lambda \\ L_2 &= 0,5 \lambda & L_3 &= 0,1 \lambda \end{aligned}$$

Фидер должен иметь сопротивление порядка 600 ом. Расстояние между проводами фидера берется порядка 0,15 м при сечении провода фидера в 2 мм. При применении проводов другого сечения расстояние между ними рассчитывается по формуле $D = 75 d$, где D — расстояние между проводами фидера, d — сечение провода в мм.

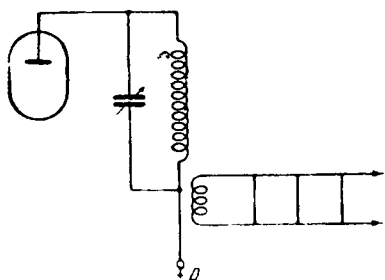


Рис 139

Антенная система подвешивается между двух мачт высотой 10—12 м так, чтобы излучению антенны не мешали здания, железобетонные конструкции и т. д. Фидер энергии не излучает.

Геометрические размеры такой антенны на 20-метровый диапазон имеют следующие данные:

$$\begin{aligned} L &= 10,05 \text{ м} & L_s &= 2,55 \text{ м} \\ L_1 &= 9,65 \text{ м} & L_d &= 3,1 \text{ м} \\ L_2 &= 10,50 \text{ м} & L_3 &= 2,13 \text{ м} \end{aligned}$$

Эта антенна связывается с передатчиком индуктивно катушкой связи L_s . Диаметр катушки или равен диаметру катушки выходного контура передатчика, или несколько меньше его (рис. 139).

Значительно легче изготовить фидер, имеющий сопротивление порядка 70—80 ом.

В этом случае применяется вибратор типа шлейф-антенны, входное сопротивление которой при комбинации ее с двумя элементами — рефлектором и директором — будет порядка 70—80 ом.

Общая длина провода шлейф-антенны равна:

$$L = 0,95 \lambda.$$

Детальное изображение шлейф-антенны и данные отдельных ее элементов приведены на рис. 140, Б.

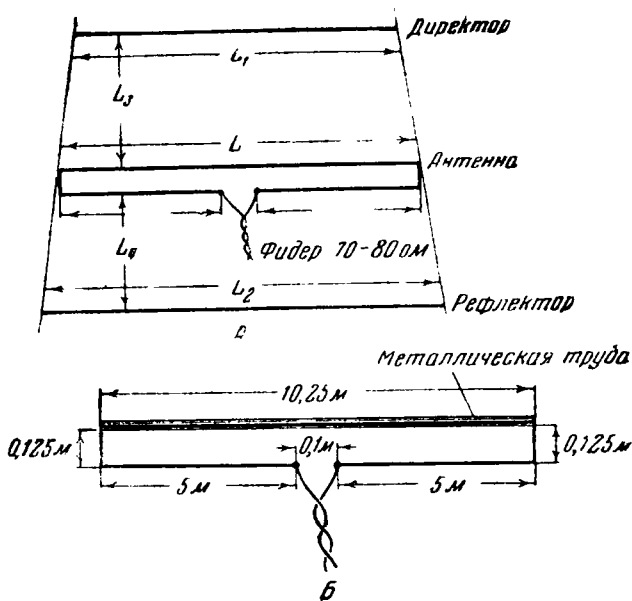


Рис. 140

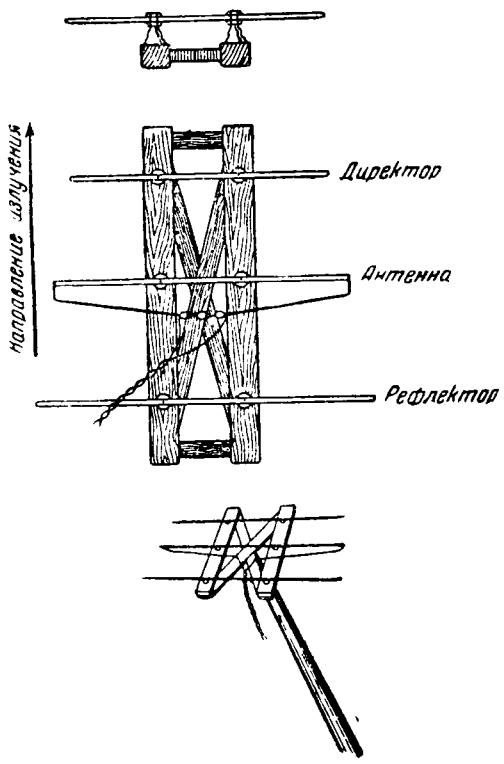


Рис. 141

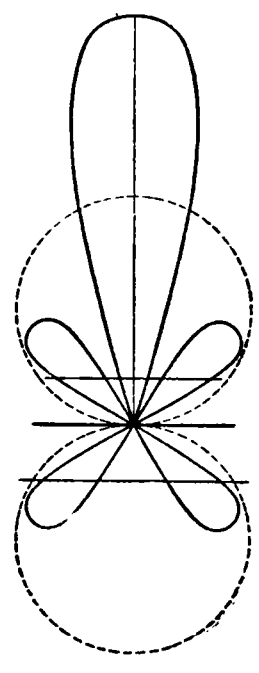


Рис. 142

Директор имеет длину, равную $0,45 \lambda$, рефлектор — $0,5 \lambda$.

Такая антенна (рис. 140, А) для 20-метрового диапазона имеет следующие данные:

$$\begin{aligned} L &= 10,25 \text{ м} & L_2 &= 2,5 \text{ м} \\ L_1 &= 9,82 \text{ м} & L_4 &= 2,5 \text{ м} \\ L_2 &= 10,675 \text{ м} \end{aligned}$$

В качестве директора, антенны и рефлектора берется медная, алюминиевая, железная или стальная трубка сечением 15—20 мм.

Фидер после спуска на расстоянии 10—15 см свивается, для чего можно применить обычный осветительный шнур сечением 0,75—1,25 мм.

Вся система антенны укрепляется на изоляторах, которые в свою очередь прикреплены к деревянной основе (рис. 141).

Такую антенну весьма удобно применять в качестве вращающейся направленной антенны.

Связь антенны с передатчиком осуществляется катушкой, индуктивно связанной с выходным контуром передатчика. Излучение при этой антенне максимальное в перпендикулярном направлении к излучающей части антенны.

Шлейф-антенна может быть применена и без рефлектора и директора. Большим ее преимуществом по сравнению с широко распространенной антенной с питанием бегущей волной является то, что она не требует налаживания и дает лучшие результаты при всех равных условиях.

В этом случае фидер должен иметь сопротивление порядка 300 ом.

Расстояние между проводами фидера при их диаметре в 1 мм равно 1,8—2 см.

Связь шлейф-антенны с передатчиком осуществляется так же, как и в предыдущей антенне, при помощи катушки, индуктивно связанной с выходным контуром передатчика. Максимальное излучение антенны — в плоскости, перпендикулярной к ее проводу.

ТАБЛИЦА
ВСЕСОЮЗНЫХ СОРЕВНОВАНИЙ КОРОТКОВОЛНОВИКОВ ДОСАРМ
за 1943—1949 гг.

№ п/п		Наименование соревнований	Победители		Технический результат
			по группе	наименование кол- лектива или фами- лия, и., о., город	
1	2	3	4	5	6
1	Сентябрь 1946 г.	1-е Всесоюзное со- ревнование ко- ротковолнови- ков Осоавиахи- ма	«У»	Белосов В. В., г. Москва, УАЗЦА	72 радиосвязи за 12 часов
			«УОП»	Радиостанция Московского Ин- ститута связи, УАЗКАХ	51 радиосвязь за 12 часов
			«УРС»	Коллектив опера- торов Рязанского радиоклуба	Принял 236 ра- диостанций за 12 часов
2	Февраль 1947 г.	2-е Всесоюзное со- ревнование ко- ротковолнови- ков Осоавиахи- ма	«У»	Прозоровский Ю. П., г. Москва, УАЗАВ	75 радиосвязей за 12 часов
			«УОП»	Радиостанция Московского Ин- ститута связи, УАЗКАХ	53 радиосвязи за 12 часов
			«УРС»	Молокоедов М. В., г. Дзауджикау	Принял 286 ра- диостанций за 12 часов
3	Май 1947 г.	3-е Всесоюзное со- ревнование ко- ротковолнови- ков Осоавиахи- ма	«У»	Ярославцев В. П., г. Львов, УБ5АЦ	122 радиосвязи за 12 часов
			«УОП»	Радиостанция Московского Ин- ститута связи, УАЗКАХ	101 радиосвязь за 12 часов
			«УРС»	Филиппов Е. В., г. Полярный	Принял 492 ра- диостанции за 12 часов
4	Октябрь 1947 г.	4-е Всесоюзное со- ревнование ко- ротковолнови- ков Осоавиахи- ма	«У I ка- тегории»	Камаллягин А. Ф., г. Ашхабад, УХ8А В, «Чемпи- он Осоавиахи- ма СССР - 1947 г. по радиосвязи»	153 радиосвязи за 24 часа

№ пп	№	Наименование соревнований	Победители		Технический результат
			по группе	наименование коллектива или фамилия, и. о., город	
1	2	3	4	5	6
5	Январь 1948 г.	5-е Всесоюзное радиотелефонное соревнование коротковолновиков Осоавиахима	«У II категории»	Короленко Т. П., г. Минск, УЦ2АД	110 радиосвязей за 24 часа
			«У III категории»	Ляпин В. И., г. Москва, УАЗБД	108 радиосвязей за 24 часа
			«УОН»	Радиостанция станции Юных техников, г. Киев, УБ5КБД	142 радиосвязей за 24 часа
			«УРС»	Филиппов Е. В., г. Подпирный, УРС-1-68, «Чемпион Осоавиахима СССР 1947 г. по радиоприему»	Принял 263 радиостанций за 24 часа
			«У»	Белоусов В. В., г. Москва, УАЗПА	102 радиосвязи за 8 часов
			«УОП»	Радиостанция Московского городского радиоклуба, УАЗКАЕ	86 радиосвязей за 8 часов
6	Февраль 1948 г.	6-е Всесоюзное соревнование коротковолновиков Осоавиахима	«УРС»	Шелюков В. В., г. Москва, УРСА-3-305	Принем 98 радиостанций за 8 часов
			«У I категории»	Мельников В. В., г. Петрозаводск, УП1А0	86 радиосвязей за 8 часов
			«У II категории»	Иванов В. А., г. Куйбышев, УА4ХБ	89 радиосвязей за 8 часов
			«У III категории»	Волчек Л. С., г. Куйбышев, УА4ХЗ	82 радиосвязей за 8 часов
			«УОП»	Радиостанция Сталинского радиоклуба, УБ5КАБ	98 радиосвязей за 8 часов
			«УРС»	Габдурахманов Ф., г. Львов	Принем 86 радиостанций за 12 часов

№ п/п		Наименование соревнований	Победители		Технический результат
			по группе	наименование коллектива или фамилия, и., о., город	
1	2	3	4	5	6
7	Май 1948 г.	7-е Всесоюзное соревнование коротковолновиков Осоавиахима	«У I категории» «У II категории» «У III категории» «УОП» «УРС»	Шульгин К. А., г. Москва, УАЗДА Макаров В. Е., г. Улан-Удэ, УА0ПА Алабовский В. И., г. Ленинград, УА15И Радиостанция Московского городского радиоклуба, УАЗКАЕ Величкин В. Т., г. Берлин, УРСА-3-82	92 радиосвязи за 12 часов 55 радиосвязей за 12 часов 17 радиосвязей за 12 часов 73 радиосвязи за 12 часов Прием 85 радиостанций за 12 часов
8	Октябрь—ноябрь 1948 г.	1-е Всесоюзное соревнование коротковолновиков на звание «Чемпион Досарм»	«У I категории» «У II категории» «У III категории» «УОП» «УРС»	Шульгин К. А., г. Москва, УАЗДА, «Чемпион Всесоюзного Досарм 1948 г. по радиосвязи» Снесарев А. А., г. Москва, УАЗДЦ Волчек Л. С., г. Куйбышев, УА4ХЗ Радиостанция Ташкентского радиоклуба, УИ8КАА Белоусов В. В., г. Москва, «Чемпион Всесоюзного Досарм 1948 г. по радиоприему»	266 радиосвязей за 24 часа 209 радиосвязей за 24 часа 178 радиосвязей за 24 часа 215 радиосвязей за 24 часа Прием 543 радиостанций за 24 часа
9	Январь 1949 г.	2-е Всесоюзное радиотелефонное соревнование коротковолников Досарм	«У»	Шульгин К. А., г. Москва, УАЗДА	97 радиосвязей за 8 часов

№ пп		Наименование соревнований	Победители		Технический результат
			по группе	наименование кол- лектива или фами- лия, и., о., город	
1	2	3	4	5	6
10	Май 1949 г.	3-е Всесоюзное со- ревнование ко- ротковолнови- ков Досарм на звание «Чемпион Всесоюзного Досарм»	«УОП»	Радиостанция Мо- сковского город- ского радиоклуба, УАЗКАЕ	73 радиосвязи за 8 часов
			«УРС»	Студенская А. Г., г. Кострома, УРСА-3-652	Прем 160 радио- станций за 8 часов
			«У I ка- тегории»	Шульгин К. А., г. Москва, УАЗДА «Чемпион Всесо- юзного Досарм 1949 г.»	345 радиосвязей за 24 часа
			«У II ка- тегории»	Гончарский В. Н., г. Львов, УБ5БК	343 радиосвязи за 24 часа
			«У III ка- тегории»	Лабутив Л. М., г. Москва, УАЗЦР	189 радиосвязей за 24 часа
			«УОП»	Радиостанция Ере- ванского радио- клуба, УГ6КАА	274 радиосвязи за 24 часа
			«УРС»	Мороз А. И., г. Харь- ков, УРСБ-5-410, «Чемпион Всесо- юзного Досарм 1949 г. по радио- приему»	Прем 481 радио- станций за 24 часа

ТАБЛИЦА

СТАНДАРТНЫХ ВРЕМЕН, ПРИНЯТЫХ В РАЗЛИЧНЫХ СТРАНАХ

Время разницы по отношению к Гринвичскому времени)	Сокращенное наименование времени	Полное наименование времени	
00.00	GMT или GCM	Greenwich Mean Time	Гринвичское среднее время
		Greenwich Civil Time	Гринвичское гражданское время
01.00	MEZ	Mittel Europäische Zeit	Средне-европейское время
02.00	—	Ost Europäische Zeit	Восточно-европейское время
03.00	(«MSK»)	—	Московское гражданское время
09.00	J CST	Japanese Civil Standard Time	Японское стандартное гражданское время
04.00 PM	PST	Pacific Standard Time	Тихоокеанское (американское) стандартное время
05.00 PM	MST	Mountain Standard Time	Горное (американское) стандартное время
06.00 PM	CST	Central Standard Time	Центральное (американское) стандартное время
07.00 PM	EST	Eastern Standard Time	Восточное (американское) стандартное время
08.00 PM	AST	Atlantic Standard Time	Атлантическое (американское) стандартное время.

ОБРАЗЕЦ ТИПОВОГО QSO

Приложение № 3

Советская радиостанция UA3AB	Чехословацкая радиостанция OK1AA
<p>1. ———CQ de UA3AW ——— K</p> <p>Прием</p> <p>2. ———OK1AA de UA3AW———ge on———vy gld meet u———ur RST 579———hr QTH is Moscow——— pse hw?———OK1AA de UA3AW ——— K.</p> <p>Прием</p> <p>3. OK1AA de UA3AW———r ok vy tnx fer fb QSO es rppt dr iozif hr QRU ———WLL sure QSL via box 69 Pra- ha———Pse ur PSL via box 88 Mos- cow———Best of luck 73 es fb dx ———hpe cuagn gb sk———OK1AA UA 3AW gb sk.</p> <p>Прием</p>	<p>Прием</p> <p>1A. UA 3AW de OK1AA.———pse k</p> <p>Прием</p> <p>2A. UA 3AW de OK1AA.———r ok ge dr ob———mni tks fer rppt es QSO———ur RST 589———hr is Praha———my name is iozif ———hr tx 25 watts. WLL QSL via box 88 Moscow———Pse ur QSL via box 69 Praha———QRU?— UA 3AW de OK1AA.———k</p> <p>Прием</p> <p>3A. UA 3AW de OK1AA.———r ok. Vy tks fer nice QSO es all rppt.——— hr QRU———cheerio es hpe cu agn soon———Best 73 es fb dx ———gb sk———UA3AW de OK1AA gb sk</p>

участника _____ соревнования,

проводившегося «_____» _____ 195 г.

Ф., И., О. _____

Адрес

Позывной _____ категории _____

[illegible]

Итого: двусторонних связей _____

наблюдений _____

количество очков за связи (наблюдения) —

КОЛИЧЕСТВО ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОЧКОВ _____

Всего очков _____

количество областей СССР _____ за время _____ ч. _____ м.

количество союзн. республнк— за время—ч

[illegible]

Работал со всеми континентами за _____ час _____ мин. в _____ type _____

Работал на _____ —диапазонах

195 P.

Подпись

РАЗНИЦА ВО ВРЕМЕНИ МЕЖДУ

Аляска и острова Тихого океана (Центральная часть)	Западная часть Северной Америки (США и Канада)	Центральная часть Северной Америки (США и Канада) и Центральная Америка	Восточная часть Северной Америки (США и Канада) и западная часть Южной Америки (Чили, Перу и др.)	Центральная часть Южной Америки (Аргентина, Венесуэла и др.), также Лабрадор	Восточная часть Южной Америки (Бразилия) и Гренландия	Западная Европа (Англия, Франция, Испания и др.) и Западная Африка (Гринвичское время)	Центральная Европа (Чехословакия, Дания, Германия, Польша и др.) и Центральная Африка
Время отстает от московского							
11.00	13.00	15.00	16.00	17.00	18.00	21.00	22.00
12.00	14.00	16.00	17.00	18.00	19.00	22.00	23.00
13.00	15.00	17.00	18.00	19.00	20.00	23.00	00.00
14.00	16.00	18.00	19.00	20.00	21.00	00.00	01.00
15.00	17.00	19.00	20.00	21.00	22.00	01.00	02.00
16.00	18.00	20.00	21.00	22.00	23.00	02.00	03.00
17.00	19.00	21.00	22.00	23.00	00.00	03.00	04.00
18.00	20.00	22.00	23.00	00.00	01.00	04.00	05.00
19.00	21.00	23.00	00.00	01.00	02.00	05.00	06.00
20.00	22.00	00.00	01.00	02.00	03.00	06.00	07.00
21.00	23.00	01.00	02.00	03.00	04.00	07.00	08.00
22.00	00.00	02.00	03.00	04.00	05.00	08.00	09.00
23.00	01.00	03.00	04.00	05.00	06.00	09.00	10.00
00.00	02.00	04.00	05.00	06.00	07.00	10.00	11.00
01.00	03.00	05.00	06.00	07.00	08.00	11.00	12.00
02.00	04.00	06.00	07.00	08.00	09.00	12.00	13.00
03.00	05.00	07.00	08.00	09.00	10.00	13.00	14.00
04.00	06.00	08.00	09.00	10.00	11.00	14.00	15.00
05.00	07.00	09.00	10.00	11.00	12.00	15.00	16.00
06.00	08.00	10.00	11.00	12.00	13.00	16.00	17.00
07.00	09.00	11.00	12.00	13.00	14.00	17.00	18.00
08.00	10.00	12.00	13.00	14.00	15.00	18.00	19.00
09.00	11.00	13.00	14.00	15.00	16.00	19.00	20.00
10.00	12.00	14.00	15.00	16.00	17.00	20.00	21.00

- Примечания:
1. Разница во времени между разными пунктами в 1 час
 2. По всей территории СССР время на 1 час впереди фактическому положению. В таблице для всех районов
 3. Время в некоторых странах (на Гавайских островах, например, в Западном Китае, в Иране и т. д., поль-

РАЗНЫМИ СТРАНАМИ

Москва и Центральные районы Европейской части СССР, Ту же Ирак и Восточная Африка	Восточные районы Европейской части СССР	Средняя Азия, Западная Сибирь	Центральная Сибирь, Индонезия, Центральный Китай	Восточный Китай, Западная Австралия, Филиппинские острова	Восточная Сибирь, Япония, Корея	Восточная Австралия и Восточная Сибирь (А.ри-морье, И.утин)	Острова западной части Тихого океана и Восточная Якутия	Новая Зеландия
Московское время	Время впереди московского							
00.00	01.00	02.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00
01.00	02.00	03.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00
02.00	03.00	04.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00
03.00	04.00	05.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00
04.00	05.00	06.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00
05.00	06.00	07.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00
06.00	07.00	08.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00
07.00	08.00	09.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
08.00	09.00	10.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00
09.00	10.00	11.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
10.00	11.00	12.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00
11.00	12.00	13.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00
12.00	13.00	14.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00
13.00	14.00	15.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00
14.00	15.00	16.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00
15.00	16.00	17.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	00.00
16.00	17.00	18.00	20.00	21.00	22.00	23.00	00.00	01.00
17.00	18.00	19.00	21.00	22.00	23.00	00.00	01.00	02.00
18.00	19.00	20.00	22.00	23.00	00.00	01.00	02.00	03.00
19.00	20.00	21.00	23.00	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00
20.00	21.00	22.00	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00
21.00	22.00	23.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00
22.00	23.00	00.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00
23.00	00.00	01.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00

соответствует разнице между их положением в географической долготе около 15°.

сравнительно с поясным временем данного пункта, соответствующим его географическому положению в СССР приведено это декретное время.

в Индии) не совпадает в точности с поясным временем. В других странах, как, например, в Японии, совпадает с местным временем для разных частей страны.

**ПЕРЕВОД ДЛИНЫ ВОЛН В МЕТРАХ В ЧАСТОТЫ В КИЛОГЕРЦАХ
ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЬСКИХ ДИАПАЗОНОВ**

Длина волны в метрах	Частота в kHz	Длина волны в метрах	Частота в kHz	Длина волны в метрах	Частота в kHz
4,16	72 115	10,65	28 169	21,35	14 051
4,17	71 943	10,70	28 037	21,40	14 018
4,18	71 770	13,94	21 520	41,70	7 194
4,19	71 599	13,96	21 489	41,80	7 177
4,20	71 428	13,98	21 459	41,90	7 160
4,21	71 259	14,00	21 428	42,00	7 143
4,22	71 090	14,02	21 397	42,10	7 126
4,23	70 922	14,04	21 367	42,20	7 110
4,24	70 755	14,06	21 337	42,30	7 092
4,25	70 588	14,08	21 307	42,40	7 075
4,26	70 422	14,10	21 276	42,50	7 059
4,27	70 258	14,12	21 246	42,60	7 042
4,28	70 093	14,14	21 216	42,70	7 026
4,29	69 930	14,16	21 186	42,80	7 009
10,00	30 000	14,18	21 156	150,00	2 000
10,05	29 850	14,20	21 126	152,00	1 974
10,10	29 703	14,22	21 097	154,00	1 948
10,15	29 556	20,85	14 388	156,00	1 923
10,20	29 412	20,90	14 353	158,00	1 899
10,25	29 268	20,95	14 319	160,00	1 875
10,30	29 126	21,00	14 285	162,00	1 852
10,35	28 985	21,05	14 251	164,00	1 829
10,40	28 846	21,10	14 218	166,00	1 807
10,45	28 708	21,15	14 184	168,00	1 786
10,50	28 571	21,20	14 151	170,00	1 765
10,55	28 436	21,25	14 117	172,00	1 744
10,60	28 302	21,30	14 084	174,00	1 724

**ПЕРЕВОД ЧАСТОТ В КИЛОГЕРЦАХ В ДЛИНЫ ВОЛН В МЕТРАХ ДЛЯ
ЛЮБИТЕЛЬСКИХ ДИАГАЗОНОВ**

Частота в kHz	Длина волны в метрах	Частота в kHz	Длина волны в метрах	Частота в kHz	Длина волны в метрах
72 000	4,167	28 100	10,68	14 080	21,31
71 900	4,172	28 000	10,71	14 060	21,34
71 800	4,178	21 510	13,94	14 040	21,37
71 700	4,184	21 490	13,96	14 020	21,40
71 600	4,189	21 470	13,97	14 000	21,43
71 500	4,195	21 450	13,99	7 200	41,67
71 400	4,202	21 430	14,00	7 190	41,72
71 300	4,207	21 410	14,01	7 180	41,78
71 200	4,213	21 390	14,02	7 170	41,84
71 100	4,219	21 370	14,04	7 160	41,90
71 000	4,225	21 350	14,05	7 150	41,96
70 900	4,231	21 330	14,06	7 140	42,02
70 800	4,237	21 310	14,08	7 130	42,07
70 700	4,243	21 290	14,09	7 120	42,13
70 600	4,249	21 270	14,10	7 110	42,19
70 500	4,255	21 250	14,12	7 100	42,25
70 400	4,261	21 230	14,13	7 090	42,31
70 300	4,267	21 210	14,14	7 080	42,37
70 200	4,273	21 190	14,16	7 070	42,43
70 100	4,279	21 170	14,17	7 060	42,49
70 000	4,285	21 150	14,18	7 050	42,55
30 000	10,00	21 130	14,19	7 040	42,61
29 900	10,03	21 110	14,21	7 030	42,67
29 800	10,07	21 090	14,22	7 020	42,73
29 700	10,10	14 400	20,83	7 010	42,80
29 600	10,13	14 380	20,86	7 000	42,86
29 500	10,17	14 360	20,89	2 000	150,00
29 400	10,20	14 340	20,92	1 975	151,89
29 300	10,24	14 320	20,95	1 950	153,84
29 200	10,27	14 300	20,98	1 925	155,84
29 100	10,31	14 280	21,01	1 900	157,89
29 000	10,34	14 260	21,04	1 875	160,00
28 900	10,38	14 240	21,07	1 850	162,16
28 800	10,42	14 220	21,10	1 825	164,38
28 700	10,45	14 200	21,13	1 800	166,66
28 600	10,49	14 180	21,16	1 775	169,01
28 500	10,53	14 160	21,19	1 750	171,42
28 400	10,56	14 140	21,22	1 725	173,91
28 300	10,60	14 120	21,25	1 715	174,92
28 200	10,64	14 100	21,28		

ТАБЛИЦА

СПОРТИВНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ СОВЕТСКИХ КОРОТКОВОЛНОВИКОВ В 1949 году

Наименование	Число связей	Время	Страны	Дата	Кто установил
Число двусторонних радиосвязей, установленных за 12 часов непрерывной работы:					
при мощности передатчика 100 <i>вт</i> . . .	210	—	—	23—24/IV	К. А. Шульгин (Москва), УАЗДА
То же 20 <i>вт</i>	194	—	—	23/IV	В. П. Гончарский (Львов), УБ55К
» » 5 »	114	—	—	23/IV	Л. С. Волчек (Куйбышев), УА4ХЗ
Установление двусторонних радиосвязей с радиостанциями 16 республик СССР в кратчайшее время					
при мощности передатчика 100 <i>вт</i> . . .	—	4 ч. 47 м.	—	8/V	И. М. Михайлин (Брест), УЦ2АФ
То же 20 <i>вт</i>	—	9 ч. 50 м.	—	8/V	Ю. Д. Бертяев (Баку), УД6АХ
Установлено двусторонних радиосвязей наибольшим числом стран за 24 часа					
при мощности передатчика 100 <i>вт</i> . . .	—	—	52	23—24/IV	И. В. Казанский (Москва), УАЗАФ
То же 100 <i>вт</i>	—	—	52	3/V	А. А. Снесарев (Москва), УАЗДЦ
» » 20 »	—	—	49	23—24/IV	В. П. Гончарский (Львов), УБ55К
» « 5 »	—	—	30	8/V	Л. М. Лабутин (Москва), УАЗЦР
Установлено двусторонних радиосвязей с радиостанциями 6 континентов в кратчайшее время (менее 24 часов)					
при мощности передатчика 100 <i>вт</i> . . .	—	25 м.	—	14—15/V	Ю. Н. Прозоровский (Москва), УАЗАВ

Наименование	Число связей	Время	Страны	Дата	Кто установил
Установлено наибольшее число двусторонних радиосвязей за один час при мощности передатчика 100 <i>вт</i> . . .	37	—		24/IV	К. А. Шульгин (Москва), УАЗДА
Прием на слух с записью на пишущую машинку		400 зп. в мин.		21/V	Ф. В. Росляков (Калининград)
Прием на слух с записью от руки		270 зп. в мин.		20/V	Т. Габдурахманов (Симферополь)
Прием на слух без записи текста		460 зп. в мин.		23/V	Ф. В. Росляков (Калининград)

АДРЕСА

учреждений, связанных с коротковолновым радиолюбительством

- | | |
|--|---|
| 1. Центральный комитет Всесоюзного Совета добровольного общества содействия Армии (ДОСАРМ) | Москва, Тушино, Железнодорожная ул., 8. |
| 2. Центральный радиоклуб ЦК Всесоюзного Совета Досарма | Москва, Сретенка, Селиверстов пер. д. 1/26. |
| 3. Государственная инспекция радиосвязи при Министре Связи Союза ССР | Москва, ул. Кирова, 27 б. |
| 4. Министерство промышленности средств связи Союза ССР | Москва, Б. Черкасский пер., 2/10. |
| 5. Редакция журнала «Радио» | Москва, Ново-Рязанская ул., 26. |
| 6. Редакция журнала «Раднотехника» | Москва, ул. Кирова, 40. |
| 7. Редакция журнала «Военные знания» | Москва, Ново-Рязанская ул., 26. |
| 8. Редакция газеты «Патриот Родины» | Москва, Ново-Рязанская ул., 26. |

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ НА РАДИОСТАНЦИЯХ

Общие сведения

На предприятии грозящая человеку опасность воспринимается органами его чувств—человек видит приближающиеся детали машины, ощущающиеся трансмиссия, ощущает запах газа, слышит ненормальный стук станка и т. д.

Чувство самозащиты человека своевременно подсказывает ему и способы избежания опасности.

Совершенно иное дело на радиостанциях. Электрический ток до соприкосновения с ним часто ничем себя не проявляет, особенно если поблизости нет включенных в сеть электро- или радиоприборов, которые могут иногда сигнализировать человеку об опасности (свет, нагревание, гудение, показания приборов и т. д.).

Часто опытные, достаточно квалифицированные радиолюбители-коротковолновки настолько привыкают к работе с радиоприборами, находясь под напряжением, что совершенно забывают о той опасности, которая им угрожает.

Физиологическое действие тока

Действие электрического тока на организм человека многообразно.

Поражения электрическим током характеризуются механическими воздействиями его на ткани (разрывами их), тепловыми и химическими явлениями (ожогами, разложением крови). Эти поражения принято разбивать на две группы: к первой группе относят поражения внутренних органов человека и называют эти поражения «электрическими ударами», ко второй группе—поражения внешних органов—травмы.

Электрические удары представляют для жизни большую опасность, чем травмы, так как при ударах поражаются самые важные органы человека—сердечная и дыхательная системы.

Прикосновение к токоведущим частям

Прикосновение человека к токоведущим частям может нанести ущерб его здоровью, а во многих случаях оказаться смертельным.

Различают два случая прикосновения—однополюсное и двухполюсное.

Однополюсным называется прикосновение к одному полюсу или к одной фазе электрической системы, двухполюсным—прикосновение к двум полюсам или к двум фазам системы.

Двухполюсное прикосновение самое опасное, так как в этом случае ток замыкается от провода к проводу непосредственно через человеческое тело.

Однополюсное прикосновение (особенно если человек изолирован от земли) менее опасно.

Установить точно опасную границу величины тока нельзя, так как она различна в зависимости от многих условий: от влажности кожи и одежды, величины площади соприкосновения с токоведущими частями, физического состояния, переходного сопротивления от человеческого тела к земле, состояния изоляции полюсов или фаз системы и т. п. Эти условия влияют на сопротивление пути тока через человеческое тело и могут изменить его в пределах от нескольких сотен до десятков и даже сотен тысяч омов.

Сухая кожа, сухая одежда, малая площадь соприкосновения, резиновый коврик, подложенный под ноги, галоши, одетые на ноги, и т. п. увеличивают сопротивление, и, наоборот, мокрая или влажная кожа и одежда, большая площадь соприкосновения, отсутствие изоляционной прокладки между ногами пострадавшего и землей уменьшают величину сопротивления.

Состояние одежды также сильно снижает величину сопротивления человеческого тела.

При прохождении через человека тока величиной 0,05 а могут произойти серьезные поражения, а ток в 0,1 а влечет за собой во многих случаях смертельный исход. По напряжению ток от 110 в уже опасен, а свыше 500 в почти всегда смертелен.

При схватывании руками оголенного провода наблюдается судорожное сокращение мышц и пострадавший уже не может выпустить провод из рук. Местные

изменения тканей заметны главным образом у места входа и выхода тока из тела; чаще всего они имеют вид ожога, а в некоторых случаях наблюдается отрыв током целых конечностей. Общее действие тока дает моментальную потерю сознания и смерть. В случае возвращения сознания пострадавший бывает возбужден, пульс част и слаб, дыхание учащено, наблюдается целый ряд нервных явлений: судороги, параличи, расстройства чувствительности. Смерть часто наступает от остановки дыхания.

Общие меры безопасности при производстве электромонтажных работ

При работах на электро- и радиоустановках необходимо применять меры предосторожности, которые в основном сводятся к тому, чтобы оградить человека от прохождения через него электрического тока. Для этого применяют изолирующие ковры, подставки, резиновые галоши, а также инструменты с рукоятками из изолирующих материалов.

Без надобности нельзя близко подходить к токоведущим частям и касаться их, если бы даже они и были изолированы. Остерегаться распространённой и вредной привычки проверять наличие напряжения в сети пальцами.

Правила защиты от прикосновения к токоведущим проводам и деталям

При низком напряжении (не свыше 220 в) должны быть приняты меры против случайного прикосновения к расположенным на недостаточной высоте частям устройств, находящимся под напряжением и не покрытым изоляцией.

При высоком напряжении как голые, так и изолированные части, находящиеся под напряжением, должны быть недоступны для прикосновения.

Правила установки приборов

Металлические кожухи измерительных приборов при высоком напряжении должны быть заземлены. Однако в том случае, когда они присоединены через трансформаторы тока и напряжения, такое заземление необязательно.

Плавкие предохранители должны соответствовать силе рабочего тока цепи и установлены таким образом, чтобы не могли представлять опасности во время своего действия для окружающих лиц и предметов.

Правила внутренней проводки

Провода, заземленные по условиям эксплуатации, не должны быть защищены предохранителями.

При высоком напряжении металлическая броня кабеля должна быть заземлена.

Открыто проложенные внутри зданий изолированные провода при низком напряжении должны находиться от стен на расстоянии не менее 1 см. Под штукатуркой можно прокладывать только провода с изоляцией из вулканизированной резины и только в трубах.

Прокладка проводов на роликах допускается лишь при напряжении не свыше 750 в.

Через стены, потолки и полы провода должны прокладываться так, чтобы они были в достаточной мере защищены от сырости, механических или химических повреждений и достаточно изолированы во избежание утечки тока.

Правила эксплуатации электрических устройств и радиоаппаратуры

При открывании дверей или крышек каркасов или шкафов, при работе внутри них высокое напряжение должно автоматически выключаться. Для этого двери и крышки должны быть снабжены блокировочными рубильниками или выключателями, разрывающими цепи первичных обмоток высоковольтных силовых трансформаторов или непосредственно цепи высокого напряжения. Конденсаторы фильтра выпрямителя должны быть разряжены при помощи специального разрядника или отвертки с хорошо изолированной рукояткой. Всякая возможность включения высокого напряжения при открытых дверцах или крышках, через которые осуществляется доступ к схеме, должна быть исключена.

Настройка электро- и радиоаппаратуры (замена ламп, перестановка щупов и т. п.) производить только при отключенном высоком напряжении.

Анодные миллиамперметры, установленные на подручных панелях аппаратуры, должны быть включены не в плюс высокого напряжения, а обязательно в минус, так как последний обычно заземляется.

Около аппаратуры должны лежать резиновые коврики, расположение которых должно быть таково, чтобы исключалась возможность прикосновения к аппаратуре человека, стоящего не на коврике. Если ковриков нет, необходимо работать, имея на ногах крепкие сухие галоши.

Если не исключена возможность поражения при работе током высокого напряжения, ни в коем случае нельзя производить работу сразу двумя руками. В этом случае необходимо работать одной правой рукой, заложив левую за спину; когда правая рука коснется высокого напряжения, то ток пройдет преимущественно через правую часть тела работающего и, таким образом, сердце получит более слабое поражение током.

Как общее правило, воспрещается хотя бы и в резиновых перчатках касаться частей оборудования высокого напряжения.

Правила оказания первой помощи при поражениях электрическим током

Поражения электрическим током разделяются на прямые и косвенные (ожоги от вольтовых дуг при коротких замыканиях, ожоги в местах прикосновения тела к токоведущим частям и т. п.).

Прямые поражения током, если они не привели к моментальному параличу и потере сознания или так называемой «минимой смерти» пострадавшего, как правило, проходят бесследно и особых мер оказания первой помощи не требуют. Но и в том случае, когда поражение током привело к «минимой смерти», своевременно и правильно оказанная медицинская помощь в большинстве случаев позволяет привести пострадавшего в чувство, и поражение током также проходит бесследно.

Спасение пострадавшего в громадном большинстве случаев зависит от быстроты освобождения его от действия тока и от скорейшего перехода к правильному безостановочному производству приемов искусственного дыхания. Промедление и долгие сборы обычно ведут за собой гибель пострадавшего. Смерть, якобы наступившая от электрического тока, часто лишь кажущаяся, и только врач (которого необходимо немедленно вызвать) может решить вопрос о бесполезности дальнейших усилий по оказанию помощи пострадавшему.

Основные правила оказания первой помощи можно свести к следующим процессам:

- а) освободить пострадавшего возможно скорее от тока;
- б) в случае потери сознания пострадавшим немедленно приступить к применению искусственного дыхания и продолжать его до прихода врача.

Процесс освобождения пострадавшего от действия электрического тока требует большой осмотрительности и находчивости.

Для освобождения пострадавшего от тока прежде всего надо выключить ближайший рубильник, если таким путем можно быстрее прервать ток. Если выключение рубильника неудобно, то перерубить провода топором с сухой деревянной рукояткой. Наконец, если освобождение указанными способами невозможно осуществить быстро, необходимо прибегнуть к короткому замыканию всех проводов линии или надежному заземлению того провода, которого касается пострадавший.

Чтобы освободить пострадавшего от тока до выключения напряжения, необходимо воспользоваться сухой одеждой, сухой палкой или доской и с их помощью оттащить пострадавшего от провода.

Искусственное дыхание можно производить по одному из существующих способов, сущность которого сводится к тому, что путем механического расширения и сжатия грудной клетки искусственно воспроизводится вдох и выдох.

Во всех случаях, независимо от того, по какому способу будет производиться искусственное дыхание, должны быть соблюдены следующие обязательные требования:

- а) освободить пострадавшего от всякой стесняющей дыхание одежды;
- б) обеспечить доступ свежего воздуха;
- в) удалить лишних людей;
- г) при судорожно сжатых челюстях раздвинуть их, введя между челюстями ложку, карандаш и т. п.;

д) при западании языка выдвинуть нижнюю челюсть и удерживать ее в таком положении во все время проведения искусственного дыхания или же, вытянув язык изо рта, удерживать его в таком положении полотенцем или повязкой, прижимающей язык к нижней челюсти;

е) подражая частоте нормального дыхания, производить 16—18 дыхательных движений в минуту, не торопясь, точно и энергично выполняя те манипуляции, которые предписаны применяемым в данном случае способом.

Один из наиболее употребительных способов заключается в следующем. Пострадавшего кладут на спину, под грудную клетку подкладывают плотный валик (полено), сложенная плотно одежда). Валик подкладывается таким образом, чтобы подложечная область и реберные дуги составили самый высокий пункт, а лопатки и затылок лежали ниже.

С боков, по обеим сторонам грудной клетки пострадавшего становится два человека, производящие искусственное дыхание (рис. 1 и 2). Каждый из них, становясь (если пострадавший лежит на земле) на то колено, с которой стороны от пострадавшего он находится, берет в руки руку



Рис. 1

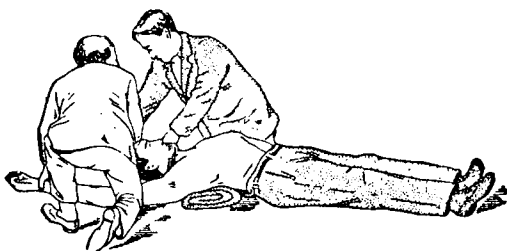


Рис. 2

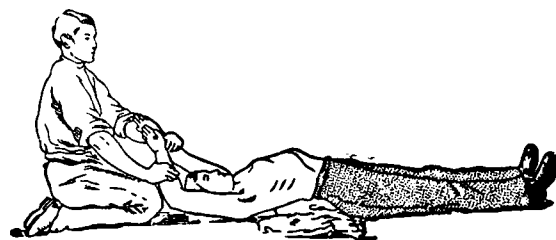


Рис. 3

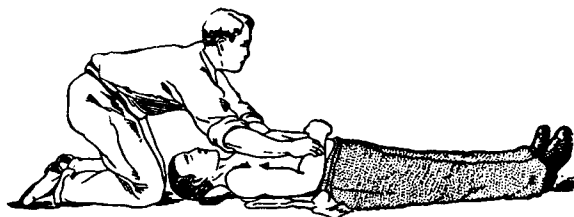


Рис. 4

и чуть выше кисти. По команде оба поднимают руки пострадавшего и вытягивают их за его головой, затем, выдержав в таком положении 2—3 секунды (вдох), снова одновременно приводят руки пострадавшего к груди, плотно прижимая их при этом и сдавливая с боков грудную клетку (выдох).

Искусственное дыхание по этому способу может быть выполнено и одним лицом (рис. 3 и 4). Тогда производящий искусственное дыхание становится за головой пострадавшего. Держа в своих руках руки пострадавшего ниже локтевых суставов так, что большие пальцы находятся в области сгиба, а четыре остальных — на локтевой стороне предплечья, он затем вытягивает руки пострадавшего, заводя их за голову. Через 2—3 секунды он снова прижимает руки к грудной клетке пострадавшего, плотно сдавливая ее, и т.

Если появится естественное дыхание, искусственное дыхание все-таки надо продолжать до прибытия врача. Для усиления начавшегося дыхания следует подносить к ноздрям пострадавшего платок, смоченный нашатырным спиртом, осторожно растирать грудь, слегка ударять мокрым полотенцем по всему телу.

Когда пострадавший сможет глотать, ему дают выпить 15—25 эфирно-валериановых капель с водой, рюмку вина, чай с вином или горячего кофе.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	3
КОРОТКИЕ ВОЛНЫ И РАДИОЛЮБИТЕЛЬСТВО	7
Какую работу ведут коротковолновики	7
Электромагнитные волны и их распространение	8
КАК СТАТЬ КОРОТКОВОЛНОВИКОМ	15
Что должен знать и уметь коротковолновик	15
Как изучить телеграфную азбуку	19
Звуковые генераторы	22
Радиокоды	25
Позывные радиолюбительских станций	33
Условные буквенные обозначения стран	35
Как получить позывной коротковолновика-наблюдателя	36
Как получить разрешение на любительский передатчик	41
Работа в эфире	42
Ведение аппаратного журнала	46
Заполнение карточки-квитанции	47
КОРОТКОВОЛНОВЫЕ ПРИЕМНИКИ	49
Особенности приема на любительских диапазонах	49
Приемники прямого усиления	51
Основные параметры приемника	51
Супергетеродины	68
Элементы приемных схем	97
Растянутые диапазоны	98
Конструкции коротковолновых приемников	108
Батарейный диапазонный 0-V-1	108
Батарейный диапазонный 1-V-1	109
Сетевой диапазонный 1-V-1	110
Коротковолновый сетевой конвертер на любительские диапазоны	112
Диазонный сетевой супер	114
РАДИОПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА	118
Вступление	118
Усилители мощности	118
Возбудители для любительских радиопередатчиков	132
Практические схемы заданных генераторов	136
Практические схемы кварцевых генераторов	140
Возбудители планшотного диапазона со стабилизацией кварцем	143
Модуляция и манипуляция в любительских передатчиках	144
ПРАКТИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ ЛЮБИТЕЛЬСКИХ ПЕРЕДАТЧИКОВ	152
Простейший передатчик начинающего коротковолновика	152
Передатчик второй категории	154
Передатчик первой категории	158
АНТЕННЫ ДЛЯ ПРИЕМНО-ПЕРЕДАЮЩИХ ЛЮБИТЕЛЬСКИХ КОРОТКОВОЛНОВЫХ РАДИОСТАНЦИЙ	167
Приемные антенны	167
Передающие антенны	169
Приложения	
1. Таблица Всесоюзных соревнований коротковолновиков Досарма. 2. Таблица стандартных времен, принятых в различных странах. 3. Образец типового Q:O. 4. Форма отчета участника соревнований коротковолновиков 5. Разница во времени между разными странами. 6. Перевод длины волны в метрах в частоты в килогерцах для любительских диапазонов. 7. Перевод частот в килогерцах в длины волны в метрах для любительских диапазонов. 8. Таблица спортивных достижений советских коротковолновиков. 9. Адреса учреждений, связанных с коротковолновым радиолюбительством. 10. Техника безопасности на радиостанциях.	

Цена 7 руб.

