



**В. П. БЕЛОВ**

**РАДИОФИЗИЧЕСКИЙ  
КРУЖОК**

В. П. БЕЛОВ

# РАДИОФИЗИЧЕСКИЙ КРУЖОК

*Пособие для учителей*

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОСВЕЩЕНИЕ»

Москва 1969

**Белов В. П.**

**Б43**      **Радиофизический кружок. Пособие для учителей.** М., «Просвещение», 1968.

128 с. с илл.

В книге подробно изложен опыт работы автора по созданию радиофизического кружка в армавирской средней школе № 6, описана методика организации кружковой работы на конкретных радиофизических устройствах, специально разработанных для этой цели. Освещены вопросы развития творческой деятельности учащихся в кружке.

## ВВЕДЕНИЕ

Быстрые темпы развития радиотехники как составной части радиоэлектроники, ее все возрастающая роль в различных отраслях народного хозяйства, в укреплении обороноспособности страны требует серьезного отношения к подготовке радиотехнических кадров.

Подготовку в школе будущих специалистов по радиотехнике можно проводить, например, в рамках внеклассной работы. Ставя себе такую цель, мы должны прежде всего решить вопрос об общем уровне радиотехнических знаний, необходимом современному школьнику-радиолобителю. Чем выше этот уровень, тем больше предпосылок того, что из этих школьников в будущем вырастут высококвалифицированные специалисты.

Школьная практика, результаты школьных всесоюзных радиовыставок показывают, что выпускники-радиолобители не только овладевают знанием приемо-передающей радиоаппаратуры, телевизионной техники, умением собирать и налаживать эту аппаратуру, но и конструируют ее. Однако много еще есть радиолобителей, уровень знаний которых по радиотехнике определяется лишь умением собирать по готовым схемам приемники прямого усиления. Причина этого ясна. Радиотехнические знания и умения школьников развиваются стихийно. Последние программы радиотехнических кружков, утвержденные Министерством просвещения РСФСР, относятся к 1955—1958 гг. Эти программы уже устарели.

Руководители кружков часто вообще не решают вопрос об уровне радиотехнических знаний учащихся-радиолобителей, а если и решают его, то в каждом отдельном случае самостоятельно, сообразуясь с местными условиями, уровнем собственной радиотехнической подготовки и др.

Мы считаем, что в программу теоретической подготовки школьников-радиолобителей должны входить следующие радиотехнические устройства:

1. Радиовещательный приемник прямого усиления.
2. Звуковой генератор.

3. Супергетеродинный радиовещательный приемник (диапазона длинных и средних волн).

4. Простейшие антенны.

5. Супергетеродинный связной приемник УКВ диапазона.

6. Радиопередатчик УКВ диапазона.

Этот уровень достижим, если внеклассные занятия по радиотехнике с учащимися начинать с VI класса.

В перечисленных радиотехнических устройствах дважды фигурирует супергетеродинный радиоприемник, один радиовещательный, диапазона длинных и средних волн, а другой связной, УКВ диапазона. Может показаться, что есть возможность сэкономить время, изучая сразу связной радиоприемник. Однако это не так. Первый супергетеродинный приемник начинающего радиолюбителя должен быть низкочастотным (диапазоны длинных, средних волн или один из них). Изучение радиовещательного супергетеродинного приемника готовит школьников к более сознательному усвоению особенностей работы радиоприемных устройств УКВ диапазона.

Решать вопрос о глубине изучения конкретных тем радиотехники необходимо с учетом возрастных особенностей и уровня математической подготовки учащихся. Например, изучая транзисторный усилитель с учащимися VII класса, нецелесообразно рассматривать вопросы об электронной и дырочной проводимости или делать сложные математические расчеты электрических цепей. В таком возрасте учащимся достаточно знать назначение отдельных элементов усилителя, простейший их расчет; изменение параметров усилителя, например коэффициента усиления, коэффициента неустойчивости при замене одних деталей другими и т. д. Все это в доступной форме можно сообщить учащимся, используя закон Ома, особенности последовательного и параллельного соединения проводников и математические знания, которыми они владеют. Имеется в виду, что сообщить знания — это не значит дать их в готовом виде. Хорошо, если большинство этих знаний учащиеся сами добудут при выполнении специально разработанной системы заданий.

Технические знания, в том числе и радиотехнические, без умения применять их на практике не представляют

ценности. Учитывая это, следует считать, что учащиеся должны не только знать вышеперечисленные радиотехнические устройства, но и уметь их собирать, налаживать. Здесь речь идет об элементарных умениях.

Радиотехнические устройства могут быть собраны на лампах или на полупроводниках. Надо отдать предпочтение устройствам на полупроводниках, учитывая тенденцию современной радиоэлектроники — транзисторизацию<sup>1</sup>.

Приняв за основу установленный общий уровень радиотехнических знаний и соответствующих им умений, можно выделить три отдельных этапа работ развития у школьников этих знаний и умений.

1. Изучение радиовещательного приемника прямого усиления, сборка и налаживание (VI—VII классы).

2. Изучение звукового генератора, радиовещательного супергетеродинного приемника, сборка и налаживание (VIII класс).

3. Изучение ультракоротковолнового приемо-передающего устройства, простейших антенн, сборка и налаживание (IX—X классы).

Мы считаем наиболее трудным первый этап, так как на этом этапе начинается изучение основ радиотехники школьниками, не имеющими знаний по физике.

Методика проведения занятий в радиофизических кружках с начинающими еще недостаточно разработана и требует значительного усовершенствования. Мы предлагаем проверенную на практике методику проведения занятий в кружке с учащимися VI—VII классов.

Автор приносит глубокую благодарность заведующему сектором обучения физике Института общего и политехнического образования Академии педагогических наук СССР Л. И. Резникову, под руководством которого написана настоящая книга, рецензентам В. Г. Разумовскому и С. А. Хорошавину, давшим полезные советы по улучшению книги.

---

<sup>1</sup> См.: С. Краснокутский и Л. Цыганова. В центре внимания — транзисторизация и качество. «Радио», 1966, № 8.

## ГЛАВА I

### СОДЕРЖАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ В КРУЖКЕ С НАЧИНАЮЩИМИ

В армавирской средней школе № 6 был создан радиофизический кружок из учащихся седьмых классов. Перед ними ставилась, казалось, более чем заманчивая задача — сделать для себя транзисторный приемник. Руководитель кружка позаботился о том, чтобы все учащиеся были обеспечены необходимыми деталями.

За дело взялись с большим энтузиазмом. Вначале ребятам был прочитан элементарный курс электротехники и радиотехники с большим числом демонстраций. В этот курс был введен минимум знаний, необходимый для понимания работы приемника прямого усиления. Занятия проводились по типу школьных уроков физики. Однако, когда после изучения теории приступили к изготовлению приемников, работа шла вяло и не всеми была закончена.

«Программа кружков юных радиолобителей» (М., Учпедгиз, 1955), ориентируя на традиционный метод работы с начинающими (изучение теоретического курса электротехники и радиотехники), рекомендует не медлить с началом практических работ. Они должны начинаться «... не позднее третьего, самое позднее — с четвертого занятия».

Мы считаем, что это поздно. Практическую работу надо начинать с первого занятия. Ведь учащимся, пришедшим в кружок, прежде всего хочется сделать что-то самим, поэтому следует удовлетворить их интересы с первого же занятия.

Той же программой не регламентируется время прохождения отдельных тем. Это можно считать бесспорным в отношении практических работ, время выполнения которых зависит от практических умений тех, кто выполняет эти работы. Что же касается теоретических занятий, то отведенное на них время должно быть ограничено.

Особенно это касается занятий с начинающими радиолюбителями, где излишнее увлечение теорией может ослабить интерес учащихся к занятиям в кружке. Например, мы считаем, что на вводную беседу с начинающими на первом занятии руководитель кружка должен затратить не больше 30 мин. О содержании этой беседы будет сказано ниже.

Практическая деятельность учащихся в кружке, на наш взгляд, с самого начала должна иметь заранее продуманный, целенаправленный характер. Из всего арсенала, которым располагает руководитель кружка, он должен выбрать одну какую-либо конструкцию, изготовление и изучение которой дало бы возможность: 1) привить практические умения и навыки в пайке, вычерчивании принципиальных схем, чтении схем и выполнении по ним радиомонтажа; 2) рассмотреть принципы радиоприема и радиопередачи; 3) привить навыки исследовательского характера.

Избранная конструкция должна обязательно вызвать интерес со стороны учащихся к ее изготовлению. Всем этим требованиям могут отвечать различные радиотехнические устройства, но, на наш взгляд, наиболее подходящим будет приемник прямого усиления на транзисторах ПР-4 (см. рис. 42), специально сконструированный нами для этих целей.

Наш выбор основан на следующих соображениях. Во-первых, конструирование приемников на транзисторах всегда увлекает учащихся. Во-вторых, освоение школьниками транзисторной техники в большей степени соответствует духу времени. В-третьих, это очень удобно с точки зрения техники безопасности. Напряжение питания приемника (4,5 в) безопасно для жизни человека.

При выполнении практических работ, связанных с изготовлением выбранной конструкции, учащиеся должны получить небольшие теоретические сведения, которые даются в виде кратких эпизодических бесед. Потом уже преподносится основной теоретический материал по радиотехнике. В связи с этим возникает вопрос о его содержании.

Часто вопрос о содержании теоретического материала по радиотехнике решают просто. Читают теоретический курс по радиотехнике (методами преподавания физики в школе) по программе для радиотехнических кружков



или за основу берут упрощенную программу по радиотехнике для техникумов. Это нельзя признать правильным. Известно, что теоретический материал учащиеся усваивают охотно, если они ощущают в нем необходимость. На первых порах теоретический материал должен преподноситься так, чтобы в необходимости его усвоения учащиеся убеждались на каждом занятии. Точнее, сообщаемые теоретические сведения должны быть непосредственно связаны с практической деятельностью школьников. Все это способствует выработке у них устойчивого интереса к предмету, увлеченности радиотехникой. Если последнее будет достигнуто, то фактор непосредственной связи теоретического материала с осуществленными или осуществляемыми практическими делами уже не будет иметь решающего значения для освоения радиотехники. Его каждый раз можно считать только желательным. Учащиеся уже в состоянии успешно усваивать теоретический материал, имеющий только некоторое отношение к осуществляемым практическим делам, но важный для общего развития их радиотехнических знаний.

## § 1. Первые занятия

В армавирской средней школе № 6 на первом занятии с учащимися, впервые начавшими заниматься в кружке (VI класс), проводится беседа продолжительностью не более 30 мин.

В беседе I рассказывается об изобретателе радио А. С. Попове, о применении радиотехники в различных областях народного хозяйства, о том, что нашей стране нужны инженеры, ученые-радиофизики и что ими впоследствии могут стать учащиеся, которые сейчас записались в кружок (далекая перспектива).

Сообщается о достижениях школьного радиофизического кружка, а потом ставится задача — каждый учащийся должен сделать приемник НР-4 (средняя перспектива).

Объясняется, что каждый радиолюбитель должен уметь изготавливать монтажные платы и хорошо паять. Без этих умений невозможно сделать приемник или какое-либо другое радиотехническое устройство. Поэтому ставится ближайшая задача — научиться изготавли-

вать монтажные платы и паять (ближняя перспектива) и сразу же (на первом занятии) дается задание выполнить первую практическую работу.

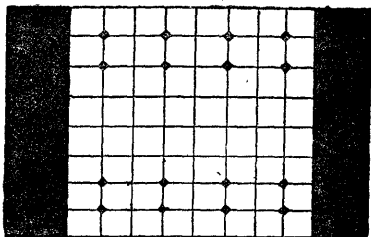


Рис. 1.

Некоторые учителя считают, что привить учащимся вышеуказанные умения можно в процессе сборки радиотехнических устройств. С этим нельзя согласиться. Учащиеся сразу же должны быть приучены к культуре выполнения радиомонтажных работ. Для этого необходимо в первую очередь научить их придавать монтажной плате строго определенную форму, правильно размечать положения контактов и удовлетворительно паять.

Приводим содержание первых 10 практических работ.

**Работа 1.** Ученикам дают задание сделать монтажную плату на 4 детали. Эта работа делится на 6 операций.

1. Начертить монтажную плату на тетрадной бумаге в клетку размером  $8 \times 8$  клеток (рис. 1). Наметить точками места отверстий.

При выполнении этой части работы необходимо предъявить строгие требования к точности ее выполнения. Например, точки, обозначающие места будущих отверстий, должны быть расположены точно в точках пересечения линий.

2. Вырезать монтажную плату.

3. На листе электрокартона, текстолита, гетинакса толщиной 1—2 мм начертить квадрат размером  $4 \times 4$  см при помощи угольника с соблюдением всех правил построения прямых углов.

Обратить внимание на то, чтобы получился точный квадрат.

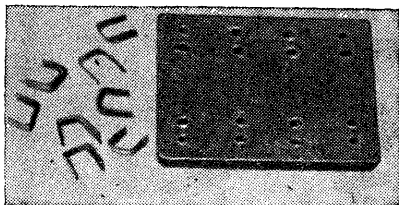


Рис. 2.

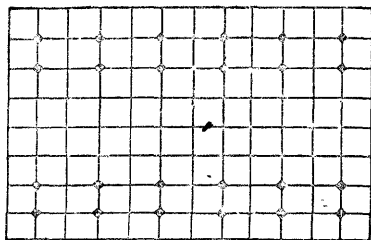


Рис. 3

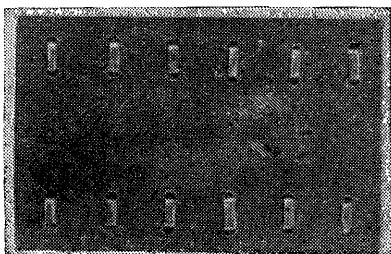


Рис. 4.

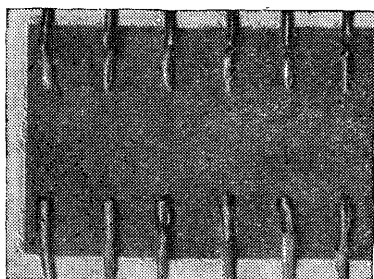


Рис. 5.

Для разметки длин отрезков использовать линейки с хорошо видимыми делениями.

4. Точно вырезать размеченный квадрат.

5. Наложить на этот квадрат чертеж монтажной платы и с помощью шила наметить (наколоть) места отверстий. Точно просверлить их сверлом 1,5—2 мм.

6. Из луженой жести заготовить полоски шириной, равной диаметру отверстия, нарезать кусочки, согнуть их буквой «П» (рис. 2). Вставить их в отверстия монтажной платы и согнуть концы.

**Работа 2.** Сделать монтажную плату на 6 деталей. Работа выполняется аналогично предыдущей (см. рис. 3 и 4).

**Работа 3.** Залуживание концов провода (6 шт. одножильного и столько же многожильного).

Перед выполнением работы учащимся объясняют правила пайки.

**Работа 4.** Припайвание провода к монтажной плате (6 шт. одножильного и 6 многожильного, рис. 5).

**Работа 5.** Оголенный провод диаметром 0,8—1,0 мм припаять к двум контактам так, как показано на рисунке 6.

**Работа 6.** Изолированный многожильный провод припаять к двум контактам так, как показано на рисунке 7.

**Работа 7.** Выполняется аналогично предыдущей работе, но только одножильным изолированным проводом.

**Работа 8.** Оголенным проводом (диаметр 0,8—1,0 мм) соединить по 6 контактов, как показано на рисунке 8.

**Работа 9** Изолированный многожильный провод припаять к двум, не стоящим рядом контактам (под углом), как показано на рисунке 9.

**Работа 10.** Выполняется аналогично предыдущей работе, но только одножильным изолированным проводом.

Как показал опыт, выполнение первых десяти практических работ (при высоком требовании к качеству) требует от учащихся много усилий и настойчивости в достижении цели.

Время выполнения практических работ зависит от личной иници-

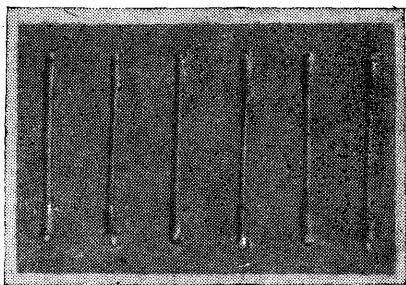


Рис. 6.

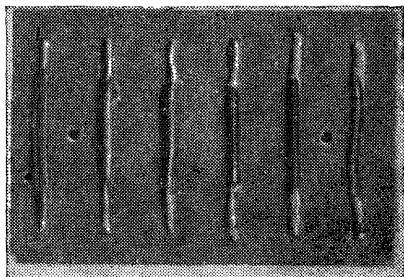


Рис. 7.

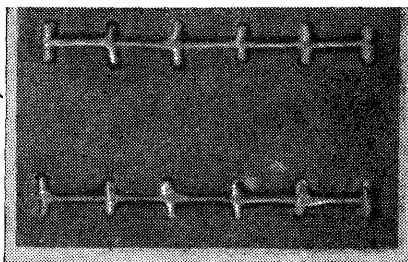


Рис. 8.

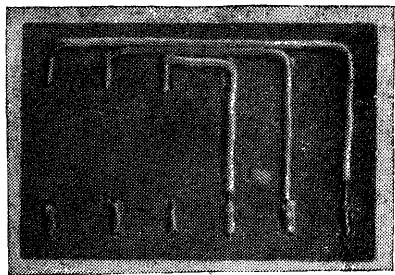


Рис. 9.

циативы каждого ученика. С целью ее развития школьников предупреждают, что каждый из них будет работать со свойственным ему темпом и, кто первый выполнит 10 работ, сразу же приступит к изготовлению частей приемника НР-4 независимо от того, что

будут делать его товарищи.

Следует заметить, что так работа строится и в дальнейшем при изготовлении приемника НР-4. При этом значительное место отводится разумной товарищеской взаимопомощи. Более опытные кружковцы помогают тем, кто не имеет опыта выполнения какой-либо работы.

Во время выполнения первых десяти практических работ предполагается провести с учащимися три эпизодические беседы по 30 мин с целью подготовки к последующим практическим занятиям. Круг вопросов, которые рассматриваются в этих беседах, непосредственно связан с осуществляемой практической деятельностью и касается программных вопросов курса физики VIII—X классов средней школы, поэтому его следует преподнести учащимся в такой форме, чтобы он был им понятен. Разумеется, что учитель в ходе этих и последующих бесед будет использовать все средства наглядности, которые имеются в его распоряжении. Приводим примерное содержание этих бесед.

**Беседа 2.** Колебания маятника. Понятие об амплитуде, периоде и частоте колебаний. Запись колебаний. Звуковые колебания. Электрический заряд, ток. Электрическая цепь. Колебания электрического тока, переменный ток.

**Беседа 3.** Понятие о сопротивлении проводника и конденсаторе, которые будут использоваться в начале практической деятельности учащихся. Условные обозначения резисторов и конденсаторов.

**Беседа 4.** Назначение усилителей низкой частоты (УНЧ). Их виды (ламповые, транзисторные). Детали УНЧ, которые будут изготавливаться в кружке: транзи-

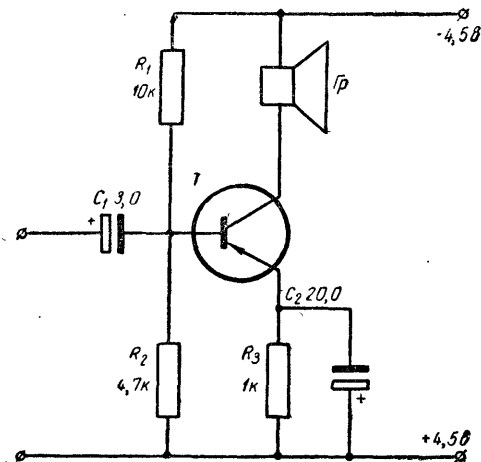


Рис. 10.

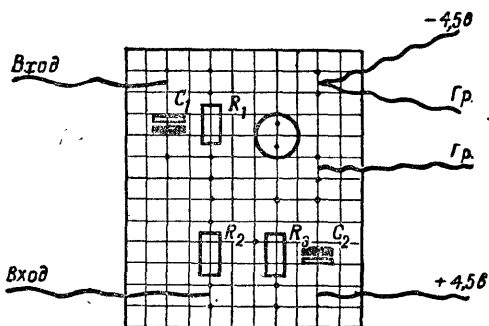


Рис. 11.

сторы, резисторы, конденсаторы, громкоговоритель; условные обозначения транзисторов и громкоговорителя; принципиальная схема (рис. 10) и схема расположения деталей (рис. 11) выходного каскада приемника НР-4.

Четвертую беседу следует проводить в то время, когда учащиеся будут близки к завершению всех десяти работ.

## § 2. Изготовление частей приемника НР-4 и его сборка

**Работа 11.** Начертить принципиальную схему выходного каскада УНЧ на бумаге в клетку с соблюдением всех правил по рисунку 10.

**Работа 12.** Начертить схему расположения деталей выходного каскада УНЧ по рисунку 11. Громкоговоритель *Гр* будет подключаться к выходному каскаду при помощи проводов, оканчивающихся трубочками (под штырьки вилки) из жести. Провода «Вход» будут присоединяться к звуковому генератору.

Показать учащимся звуковой генератор. Указать, что это источник электрических колебаний звуковой частоты. Если в школе отсутствует звуковой генератор заводского изготовления, то для этих целей можно использовать простую конструкцию звукового генератора, которую мы предлагаем в главе III.

Следует заметить, что схему расположения деталей как образец мы даем только первый раз и никогда не даем учащимся монтажную схему, тем самым оставляем место для их собственной мысли. Монтажной схемой называется чертеж, на котором показано действительное расположение деталей (приборов) на монтажной плате, их крепление и расположение соединительных проводов.

**Работа 13.** Изготовить монтажную плату выходного каскада по рисунку 11 и припаять детали.

Если в предыдущих работах учащийся просто копировал образец, то теперь работа строится так, чтобы учащийся думал при ее выполнении, решал какие-либо технические задачи. Например, пользуясь принципиальной схемой, ученик должен будет сообразить, как соединить между собой детали, если дано их расположение (работа 14). А в следующий раз (работа 17) он должен подумать и о том, как расположить детали, причем наиболее рационально, и самостоятельно (по принципиальной схеме) составить схему расположения деталей. Учащимся объясняют, что рациональным расположением деталей называется такое, при котором плотность монтажа одинакова, т. е. одинакова степень заполнения деталями площади монтажной платы, и соединительные провода между деталями имеют наименьшую длину.

**Работа 14.** Монтаж выходного каскада. Перед учеником должны быть схемы по рисункам 10 и 11. Собранный выходной каскад имеет вид, показанный на рисунке 12.

После выполнения этой работы с учащимися (иногда с двумя или с большим числом, в зависимости от об-

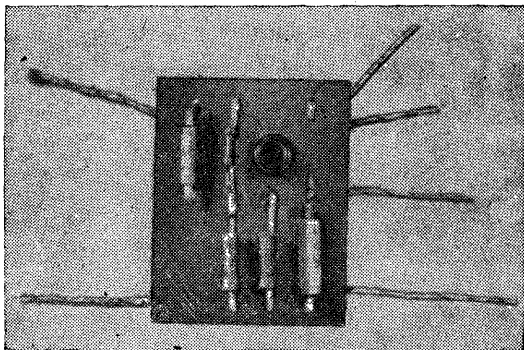


Рис. 12.

стоятельств) проводят беседу. Из беседы (10 мин) ученик должен получить элементарное понятие о напряжении и о транзисторе как усилителе электрических сигналов, если напряжения на его электродах (эмиттере, базе, коллекторе) будут вполне определенные. Напряжение на эмиттере в схеме по рисунку 10 должно быть примерно равно 1 в, напряжение на базе на 0,1—0,2 в больше напряжения на эмиттере, напряжение на коллекторе на 0,2—0,5 в меньше напряжения источника питания (батарея КБС-Л-0,50). Напряжение измеряют вольтметром или авометром. Учащимся показывают школьный авометр и объясняют, как измерять постоянные напряжения (только на пределе 10 в).

**Работа 15.** Испытание выходного каскада приемника НР-4. Учащийся подключает к схеме источник питания и громкоговоритель. Измеряет авометром напряжения: источника питания  $E$ , на эмиттере  $U_э$ , на базе  $U_б$  и на коллекторе  $U_к$  транзистора  $T$ . Если эти напряжения питания лежат в пределах, указанных в работе 14, то выходной каскад УНЧ должен работать нормально. Затем звуковой генератор подключают вначале непосредственно к отсоединенному от схемы громкоговорителю, а потом к проводам «Вход» (рис. 11). Учащийся должен проверить работу выходного каскада УНЧ на слух и убедиться, что он усиливает электрический сигнал.

**Работа 16.** Начертить принципиальную схему двух каскадов УНЧ приемника НР-4 по схеме на рисунке 13.

**Работа 17.** Составить схему расположения деталей двухкаскадного УНЧ.



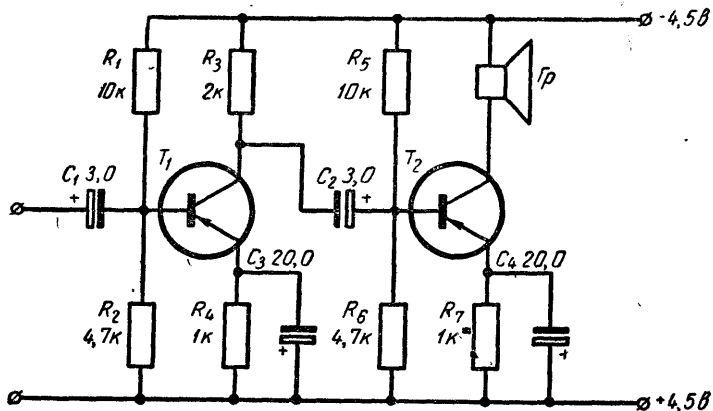


Рис. 13.

За основу учащиеся берут схему рисунка 11 и дополняют ее самостоятельно.

**Работа 18.** По составленной схеме расположения деталей двухкаскадного УНЧ изготовить монтажную плату и выполнить его монтаж.

**Работа 19.** Испытание двухкаскадного УНЧ. Оно выполняется так, как было описано в работе 15, только ученику указывают, что напряжение на коллекторе транзистора  $T_1$ . (рис. 13) должно быть равно примерно  $\frac{E}{2}$ . Испытать усилитель на слух лучше так: подать

сначала едва слышимый сигнал от звукового генератора на громкоговоритель, потом на конденсатор  $C_2$  и потом уже на вход усилителя, т. е. на конденсатор  $C_1$ .

**Работа 20.** Начертить принципиальную схему трехкаскадного УНЧ приемника НР-4 по рисунку 14. Образец схемы ученику дают не на бумаге в клетку. Теперь он должен не просто копировать, а научиться соблюдать пропорции размеров деталей при вычерчивании схемы.

При вручении схемы трехкаскадного УНЧ учитель проводит с учеником беседу на предмет уточнения следующих четырех моментов:

1. На схемах значком  $\Gamma p$  обозначается громкоговоритель. В абонентском же громкоговорителе, который мы используем, кроме собственно громкоговорителя, есть еще и трансформатор (показать). Без него нельзя

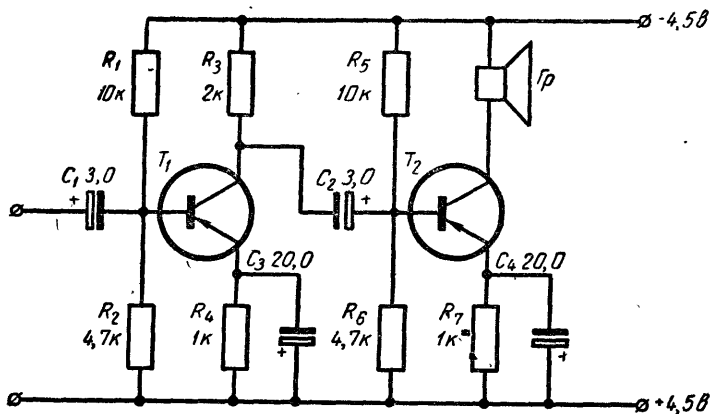


Рис. 13.

За основу учащиеся берут схему рисунка 11 и дополняют ее самостоятельно.

**Работа 18.** По составленной схеме расположения деталей двухкаскадного УНЧ изготовить монтажную плату и выполнить его монтаж.

**Работа 19.** Испытание двухкаскадного УНЧ. Оно выполняется так, как было описано в работе 15, только ученику указывают, что напряжение на коллекторе транзистора  $T_1$ . (рис. 13) должно быть равно примерно  $\frac{E}{2}$ .

Испытать усилитель на слух лучше так: подать сначала едва слышимый сигнал от звукового генератора на громкоговоритель, потом на конденсатор  $C_2$  и потом уже на вход усилителя, т. е. на конденсатор  $C_1$ .

**Работа 20.** Начертить принципиальную схему трехкаскадного УНЧ приемника НР-4 по рисунку 14. Образец схемы ученику дают не на бумаге в клетку. Теперь он должен не просто копировать, а научиться соблюдать пропорции размеров деталей при вычерчивании схемы.

При вручении схемы трехкаскадного УНЧ учитель проводит с учеником беседу на предмет уточнения следующих четырех моментов:

1. На схемах значком  $\Gamma p$  обозначается громкоговоритель. В абонентском же громкоговорителе, который мы используем, кроме собственно громкоговорителя, есть еще и трансформатор (показать). Без него нельзя

получить хорошей громкости в наших схемах УНЧ. В схемах одно- и двухкаскадных УНЧ ради простоты трансформатор не указывался. Теперь же его следует показать.

Рассматривают устройство трансформатора: стальной сердечник, собранный из отдельных пластин, на котором имеются две катушки (обмотки). Одна — с большим числом витков, называется первичной обмоткой и включается в цепь коллектора транзистора  $T_3$  (рис. 14), другая — с меньшим числом витков, называется вторичной обмоткой и присоединяется к собственно громкоговорителю.

2. Объясняют, что конденсатор  $C_7$  и цепочка фильтра (так называются резистор и конденсатор, включенные определенным образом) в схеме необходимы. Без них УНЧ может издавать посторонние звуки при отсутствии сигнала на его входе. В этом случае говорят, что УНЧ самовозбуждается.

3. Обращают внимание на условное обозначение заземления или общей шины (провода), к которым в транзисторных схемах присоединяется положительный полюс источника питания.

4. Вход УНЧ обозначается одним зажимом (от  $C_1$ ). К нему присоединяется один провод от источника сигнала (звукового генератора). Предполагается, что второй провод, идущий от источника сигнала, присоединяется к общей шине УНЧ.

**Работа 21.** Составить схему расположения деталей трехкаскадного УНЧ.

**Работа 22.** Изготовить монтажную плату трехкаскадного УНЧ и выполнить его монтаж.

**Работа 23.** Испытание трехкаскадного УНЧ. Производится аналогично работе 19.

После выполнения учащимися 23 работ проводится очередная беседа (30 мин).

**Беседа 5.** Вначале повторяют материал по содержанию бесед 2, 3 и 4, а потом проводят с учащимися игру на тему «У кого самый острый слух». Для этой цели обязательно нужен звуковой генератор с плавным диапазоном частот от 20 до 20 000 гц. Хорошо, если есть еще и осциллограф. Сигнал от звукового генератора подают на громкоговоритель и на осциллограф. Учащиеся

получить хорошей громкости в наших схемах УНЧ. В схемах одно- и двухкаскадных УНЧ ради простоты трансформатор не указывался. Теперь же его следует показать.

Рассматривают устройство трансформатора: стальной сердечник, собранный из отдельных пластин, на котором имеются две катушки (обмотки). Одна — с большим числом витков, называется первичной обмоткой и включается в цепь коллектора транзистора  $T_3$  (рис. 14), другая — с меньшим числом витков, называется вторичной обмоткой и присоединяется к собственно громкоговорителю.

2. Объясняют, что конденсатор  $C_7$  и цепочка фильтра (так называются резистор и конденсатор, включенные определенным образом) в схеме необходимы. Без них УНЧ может издавать посторонние звуки при отсутствии сигнала на его входе. В этом случае говорят, что УНЧ самовозбуждается.

3. Обращают внимание на условное обозначение заземления или общей шины (провода), к которым в транзисторных схемах присоединяется положительный полюс источника питания.

4. Вход УНЧ обозначается одним зажимом (от  $C_1$ ). К нему присоединяется один провод от источника сигнала (звукового генератора). Предполагается, что второй провод, идущий от источника сигнала, присоединяется к общей шине УНЧ.

**Работа 21.** Составить схему расположения деталей трехкаскадного УНЧ.

**Работа 22.** Изготовить монтажную плату трехкаскадного УНЧ и выполнить его монтаж.

**Работа 23.** Испытание трехкаскадного УНЧ. Производится аналогично работе 19.

После выполнения учащимися 23 работ проводится очередная беседа (30 мин).

**Беседа 5.** Вначале повторяют материал по содержанию бесед 2, 3 и 4, а потом проводят с учащимися игру на тему «У кого самый острый слух». Для этой цели обязательно нужен звуковой генератор с плавным диапазоном частот от 20 до 20 000 гц. Хорошо, если есть еще и осциллограф. Сигнал от звукового генератора подают на громкоговоритель и на осциллограф. Учащиеся

Указывают, что в приемнике НР-4 антенной является ферритовый стержень. Возникшие в антенне модулированные электрические колебания через катушку  $L_2$  подаются на вход двухкаскадного усилителя высокой частоты, собранного на транзисторах  $T_1$  и  $T_2$ , усиливаются, а потом из них выделяются колебания низкой частоты. Вводят понятие о детектировании. Следует обратить внимание учащихся на главную роль диода в детекторном каскаде. Рассматривают свойство односторонней проводимости диода на опыте. Для этого собирают цепь из последовательно соединенных диода, гальванометра, нагрузочного сопротивления и источника тока.

Выделенные колебания низкой частоты через конденсатор  $C_8$  подаются на вход УНЧ приемника, усиливаются, и усиленные электрические колебания превращаются в звуковые в громкоговорителе.

Модуляция и детектирование могут быть продемонстрированы учащимся с помощью приемника НР-4, генератора стандартных сигналов (ГСС) и электронного осциллографа (ЭО).— Для этого надо сначала подать сигнал от генератора ( $f=900$  кГц) на осциллограф и на его экране наблюдать немодулированный и модулированный сигналы. Потом немодулированный сигнал подать на вход приемника НР-4 (на резистор  $R_2$  через конденсатор 200—500 пФ), а осциллограф присоединить к коллектору транзистора  $T_1$  и наблюдать немодулированные электрические колебания (после усиления). Далее включить модуляцию и наблюдать модулированный сигнал. Затем присоединить осциллограф к базе транзистора  $T_3$  и наблюдать сигнал после детектирования.

В заключении беседы следует указать, что конденсатор  $C_1$  (типа КПК-2) в приемнике НР-4 служит для настройки приемника на различные радиовещательные станции. Разбирают блок-схему приемника.

Содержание беседы 5 дано подробно с тем, чтобы конкретно показать глубину рассмотрения сравнительно широкого круга вопросов за короткий промежуток времени (30 мин) с учащимися VI класса.

Цель беседы — дать первоначальные простейшие понятия о принципе радиопередачи и радиоприема, поэтому содержание беседы не претендует на исчерпанность

рассматриваемых вопросов. Более подробно эти вопросы будут рассматриваться позже.

После этой беседы учащиеся приступают к работам, связанным с изготовлением уже всего приемника НР-4.

**Работа 24.** Начертить принципиальную схему приемника НР-4 (рис. 42).

**Работа 25.** Составить схему расположения деталей приемника НР-4.

**Работа 26.** Изготовить монтажную плату приемника НР-4 и выполнить его монтаж.

**Работа 27.** Проверить режим работы всех транзисторов приемника, т. е. составить карту напряжений. Один из результатов измерений приведен в таблице 1 (см. главу III).

**Работа 28.** Проверить работу приемника на приеме радиовещательных станций.

Схема приемника НР-4 разработана так, что начинающий радиолюбитель освобождается от необходимости замены каких-либо деталей, специального подбора режима работы транзисторов. Приемник, как правило, начинает работать сразу, если он был собран правильно.

В приемнике НР-4 использованы недефицитные детали, которые школа предоставляет учащимся, если имеет возможность. В противном случае учащиеся сами обеспечивают себя необходимыми радиодетальями.

Итак, цель, поставленная перед учащимися, — изготовить транзисторный приемник, достигнута. На этом заканчивается первый год занятий учащихся в радиофизическом кружке.

Результаты анализа выполненных учащимися последних 18 работ показывают следующее. В работах 11, 12 и 13 особых трудностей учащиеся не встречают. Здесь внимание и усилия школьников направлены на то, чтобы в точности скопировать образец.

Основные трудности начинаются с работы 14, при выполнении которой учащиеся должны научиться находить соответствие между действительным расположением деталей на монтажной плате и их условным обозначением на принципиальной схеме. Эти умения приобретаются только после выполнения ряда последующих работ — 18, 22 и 26-й. Для того чтобы облегчить выполнение последних работ, детали на монтажной плате (см. рис. 11) располагаются примерно так, как

они условно обозначены на принципиальной схеме (рис. 10).

Замечено, что учащиеся стараются на монтажной плате воспроизводить относительное расположение соединительных проводов между деталями точно так, как показано на принципиальной схеме. Это часто оказывается нецелесообразным с точки зрения выполнения рационального монтажа. На это должно быть указано учащимся.

Начиная с работы 17 и далее в 21-й и 25-й учащиеся самостоятельно дополняют схему расположения деталей на монтажной плате. Первые их попытки выполнить эти работы с соблюдением требования — рационально расположить детали, — как правило, безуспешны. Характерны такие недочеты: в отдельных частях монтажной платы оставляют излишне много свободного места, незаполненного деталями; некоторые детали располагают на большом расстоянии от тех, с которыми они должны быть соединены, в результате чего соединительные провода получаются длинными и монтаж запутанным. Число недочетов, которые допускают учащиеся в каждой последующей работе, не уменьшается. Учитель должен это учесть и обратить внимание на своевременное устранение недочетов.

Такая методика организации работы явилась результатом многолетних поисков автором наиболее приемлемой формы работы с учащимися, которые первый год начинали заниматься в радиофизическом кружке. Если кратко сформулировать принципы, которыми автор руководствовался при разработке методики, то они будут следующими:

1. Практическая направленность занятий.
2. Наличие интереса у учащихся к выполняемым практическим работам.
3. Предоставление простора для проявления инициативы и самостоятельности каждым учащимся.
4. Необходимость усилий физических и умственных со стороны учащихся при выполнении каждого задания, т. е. систематическое преодоление посильных трудностей.
5. Постоянная занятость учащихся работой на каждом занятии.

Было установлено, что практические работы, предусмотренные методикой, посильны для учащихся. После

одного года обучения учащиеся приобретают следующие знания и умения:

1) имеют представление о принципе радиопередачи и радиоприема;

2) знакомы с некоторыми видами электронных приборов (транзисторы, диоды), радиодеталей (резисторы, конденсаторы и др.) и с их условными обозначениями.

Умеют:

а) правильно чертить и читать принципиальные схемы приемников на транзисторах;

б) составлять схемы рационального расположения деталей на монтажной плате;

в) изготавливать монтажные платы;

г) выполнять простейший радиомонтаж по принципиальным схемам;

д) измерять авометром постоянные напряжения, составлять карту напряжений, оценивать правильность режима работы отдельных каскадов транзисторного приемника;

е) проверять работу УНЧ на слух с помощью звукового генератора.

В дальнейшем знания учащихся будут пополняться, практические умения и навыки совершенствоваться.

Сделав приемник на транзисторах, учащиеся проявляют желание узнать подробнее, как он работает, как найти неисправность в приемнике, как сделать более совершенный приемник. Используя возникшую потребность, руководитель кружка сможет сообщить учащимся уже более широкий круг теоретических сведений по радиотехнике.

### § 3. Изучение приемника НР-4

Во внеклассной работе по радиотехнике с учащимися VI класса главное внимание мы уделяли практическим делам, а теоретические вопросы занимали незначительное место. Теперь же, когда у учащихся появилась потребность в знаниях, связанных с уже осуществленными практическими делами, можно эти знания более полно сообщить в VII и последующих классах.

Изучать радиотехнику с учащимися VII класса целесообразно на каком-либо конкретном радиоустройстве



(например, транзисторный приемник прямого усиления) так, чтобы перед семиклассниками каждый раз ставились определенные задачи, которые они должны решить. Наряду с сообщением знаний мы прививаем учащимся умения самостоятельно приобретать знания. Применяемая нами система занятий предусматривает выработку у школьников навыков исследовательского характера.

С целью выработки навыков проведения простейших исследований мы даем учащимся на занятии задания исследовательского характера. Дома кружковцы работают над заданием, дают письменные обоснования какому-либо явлению и предполагаемому конечному результату. На следующем занятии происходит обсуждение хода исследований, проведенных отдельными учащимися. Ставится эксперимент, а затем после опытной проверки делаются выводы.

При выполнении работ исследовательского характера учащиеся делают для себя открытия, познают новые явления, иногда неожиданные (для них). Это особенно повышает интерес к таким работам и заставляет учащихся размышлять, делать выводы. Так, шаг за шагом они приобретают навыки проведения простейших радиотехнических исследований, накапливают все больше знаний.

Изучению приемника НР-4 посвящается 10 занятий. Учитывая, что важным качеством любого специалиста, и в частности специалиста в области радиотехники, является его умение работать самостоятельно с литературой, начиная с 7-го занятия учащиеся получают задания с такими вопросами, которые вызывают необходимость обращаться к радиотехнической литературе. Опыт показывает, что учащиеся с большим желанием изучают радиотехническую литературу, если она непосредственно связана с их практической деятельностью.

Приводим содержание 10 занятий, каждое из которых рассчитано на 90 мин. На каждом занятии, кроме первого, наличие у учащихся изготовленных ими приемников НР-4 обязательно. Они нужны для экспериментов.

Содержание нового материала занятий дается в виде плана, если этот материал не выходит за пределы программы курса физики средней школы, или в виде краткого конспекта, если этот материал выходит за пределы программы курса физики.

## 1-е занятие

Это занятие можно назвать подготовительным к изучению приемника НР-4. Здесь должен быть рассмотрен относительно широкий круг вопросов по теме «Электричество» курса физики средней школы: строение атома, электрический заряд, электрическое поле, электрический ток и его направление, сила тока и единицы ее измерения, амперметр, сопротивление проводников и единицы его измерения. Кроме этого, учащиеся знакомятся с законом Ома для участка цепи, последовательным и параллельным соединениями проводников. Закон Ома рассматривается на опыте.

### Задание на дом

1. Резистор какого сопротивления и как надо присоединить к резистору сопротивлением  $4,7 \text{ ком}$ , чтобы получить общее сопротивление соединения  $10 \text{ ком}$ ? Начертить схему этого соединения.

2. Резистор какого сопротивления и как надо присоединить к резистору сопротивлением  $270 \text{ ом}$ , чтобы получить общее сопротивление соединения  $180 \text{ ом}$ ? Начертить схему этого соединения.

3. Какой ток протекает по резистору сопротивлением  $2 \text{ ком}$  при напряжении на нем  $4,5 \text{ в}$ ?

4. Какое напряжение на резисторе сопротивлением  $1,5 \text{ ком}$ , если по нему протекает ток  $4 \text{ ма}$ ?

5. Какого сопротивления резистор надо взять, чтобы при напряжении на нем  $0,9 \text{ в}$  получить ток в  $1,8 \text{ ма}$ ?

6. Как будет изменяться ток и напряжение на резисторах  $R_1$  и  $R_2$ , если увеличивать (уменьшать) сопротивление  $R_2$  при постоянном напряжении  $U$  (рис. 15).

Давая задание на дом, следует предупредить учащихся, что его надо выполнять самостоятельно, только тогда это принесет пользу. В случае затруднений обращаться к учебникам физики, радиотехнической литературе или к руководителю кружка. Руководитель кружка

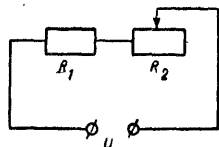


Рис. 15.

должен знать о всех трудностях, возникающих у учащихся при выполнении задания, с тем чтобы вовремя им помочь.

## 2-е занятие

Проверить выполнение задания. Вопросы 1—5 обычно не вызывают трудностей. Вопрос 6 трудный, и некоторые учащиеся могут с ним не справиться. Надо подробно разобрать этот вопрос и дать исчерпывающий ответ на него с использованием закона Ома и особенностей последовательного соединения проводников. Проверить на опыте полученные результаты. (При  $U=4,5$  в сопротивлении резисторов  $R_1$  и  $R_2$  могут быть равны  $4,7$  ком.)

### Новый материал

Ученикам предлагается:

1. Определить ток коллектора  $I_k$  предвыходного каскада (рис. 16) приемника НР-4, для чего:

а) начертить все возможные схемы измерения тока (рис. 17 и 18). Ученикам их не дают.

б) Ответить на вопрос: что надо сделать в приемнике НР-4, чтобы подготовить его к измерению тока  $I_k$  в предвыходном каскаде?

в) Измерить ток  $I_k$  в предвыходном каскаде по этим двум схемам. Каждый ученик делает измерения в своем приемнике. Потом школьники сравнивают результаты.

2. Определить ток базы  $I_b$  предвыходного каскада НР-4 (рис. 19).

3. Определить ток эмиттера  $I_e$  предвыходного каскада приемника НР-4 (рис. 20, 21 и 22).

4. Сложить токи  $I_k$  и  $I_b$ . Сравнить полученный результат с  $I_e$ .

Ученикам объяснить, что токи  $I_k$  и  $I_b$  протекают по эмиттеру, поэтому  $I_k + I_b = I_e$ .

### Задание на дом

1. Как и почему будет изменяться напряжение между зажимами  $a$  и  $b$  (рис. 23), если подвижный контакт поднимать, опускать? Каково будет напряжение в верхнем, среднем, нижнем положениях контакта?

2. Подсчитать общее сопротивление соединения по рисунку 24.

## 3-е занятие

Проверить выполнение задания. Первый вопрос тщательно разобрать, проверить на опыте.

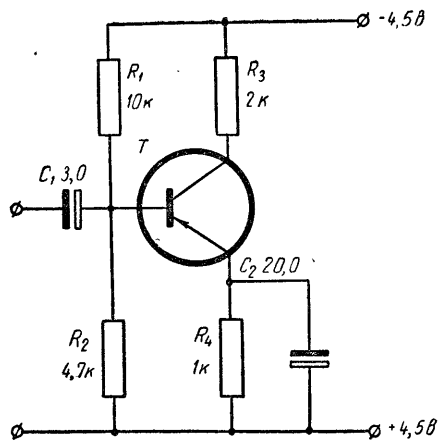


Рис. 16.

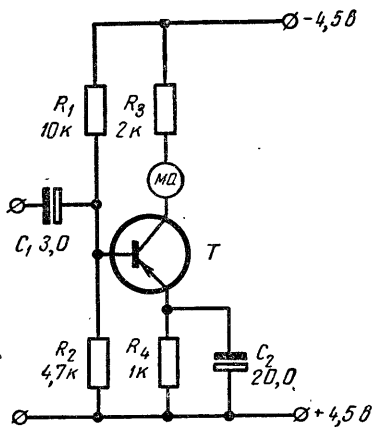


Рис. 17.

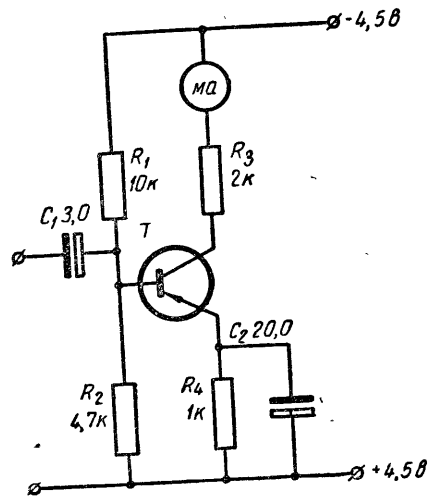


Рис. 18.

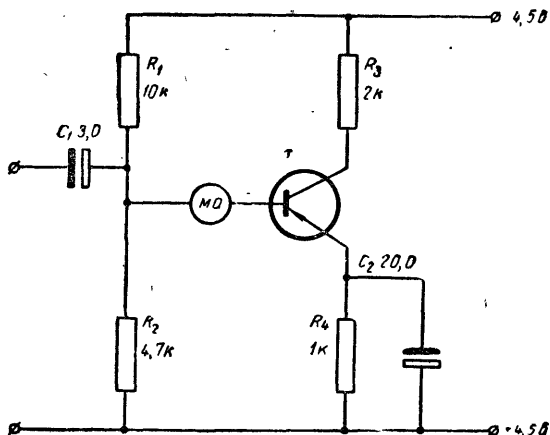


Рис. 19.

## Новый материал

Исследовать зависимость тока коллектора  $I_k$  предвыходного каскада приемника НР-4 от тока базы  $I_b$ :

а) собрать цепь по схеме на рисунке 25 (один экземпляр для всех);

б) поставить  $R_1$  на максимальное значение. Записать токи  $I_k$  и  $I_b$ ;

в) уменьшать  $R_1$  (не до конца). Как изменяется ток  $I_b$ ? Почему?

г) как изменяется ток  $I_k$ ? Объяснить причину изменения тока  $I_k$  (с увеличением тока  $I_b$  уменьшается сопротивление участка коллектор—эмиттер транзистора);

д) еще уменьшить  $R_1$  и заметить, что при некотором значении тока  $I_b$  увеличение тока  $I_k$  прекращается. Объяснить причину.

Указать ученикам, что отношение изменения тока коллектора  $\Delta I_k$  к изменению тока базы  $\Delta I_b$  называется коэффициентом усиления транзистора по току  $\beta$  (в схеме с общим эмиттером):

$$\beta = \frac{I_{k2} - I_{k1}}{I_{b2} - I_{b1}} = \frac{\Delta I_k}{\Delta I_b}$$

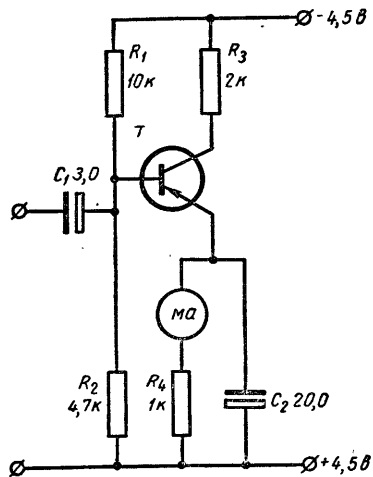


Рис. 20.

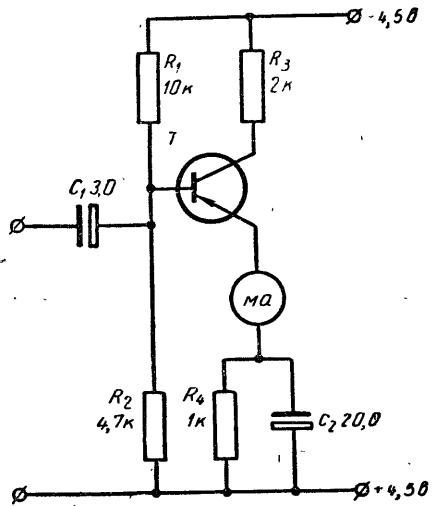


Рис. 21.

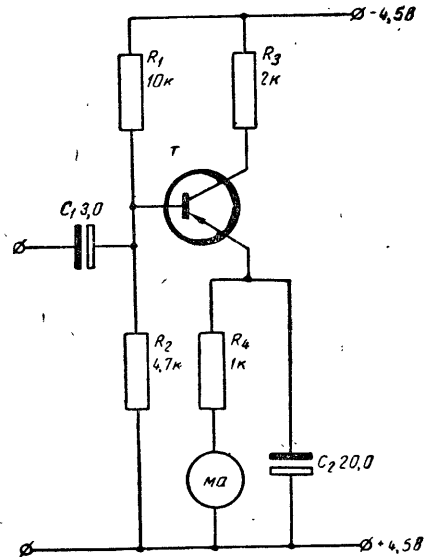


Рис. 22.

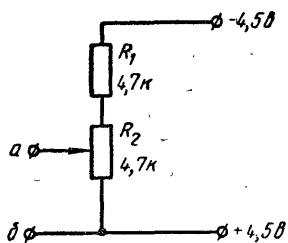


Рис. 23.

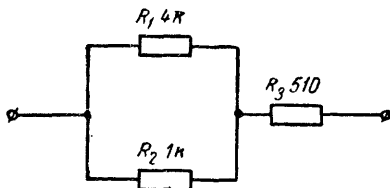


Рис. 24.

Далее каждому ученику предлагают по схеме, изображенной на рисунке 25, в приемнике НР-4 измерить коэффициент  $\beta$  транзистора при различных изменениях тока коллектора  $\Delta I_{\kappa}$ :

- 1) от  $0,1$  ма до  $0,3$  ма,
- 2) от  $0,3$  ма до  $0,5$  ма,
- 3) от  $0,8$  ма до  $1,0$  ма.

Измерения показывают, что коэффициент  $\beta$  увеличивается.

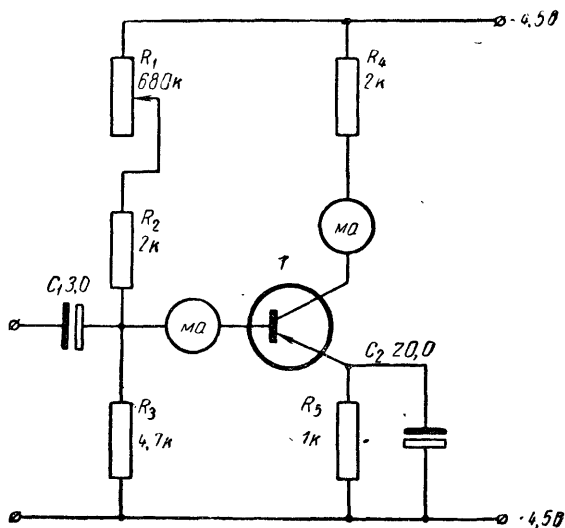


Рис. 25.

Следует сообщить учащимся о том, что если продолжать измерять коэффициент  $\beta$  транзистора при еще больших значениях тока коллектора, то, например, у транзисторов типа П13 коэффициент  $\beta$  продолжает увеличиваться до токов коллектора, равных 2—3 *ма*, а потом он уменьшается.

Делаем выводы:

1. При различных токах  $I_k$  коэффициент  $\beta$  транзисторов различен.

2. В усилительных каскадах (на маломощных транзисторах) устанавливать ток  $I_k$  менее 0,3 *ма* нерационально из-за малого значения коэффициента  $\beta$ .

#### - Задание на дом

1. Как изменяются напряжения на базе, коллекторе и эмиттере при уменьшении  $R_1$  (см. рис. 25) и почему это происходит?

2. Какого сопротивления резистор надо взять в цепи эмиттера, если падение напряжения на нем должно быть равно 1 *в* при токе коллектора 2 *ма* (считать  $I_k = I_э$ )?

#### 4-е занятие

Проверить выполнение задания. Ответ на 1-й вопрос проверить опытом.

#### Новый материал

Устройство омметра. Измерение сопротивлений при помощи авометра. Работа и мощность тока. Единицы мощности ватт, милливатт.

Сообщить учащимся предельные эксплуатационные данные транзисторов типа П13—П15:

1. Ток коллектора в режиме усиления 20 *ма*.

2. Напряжение коллектор — база или коллектор — эмиттер при температуре окружающей среды: до +40°C — 15 *в*, свыше +40°C — 10 *в*.

3. Мощность, рассеиваемая при температуре окружающей среды до +55°C, 150 *мвт*.

Дать примерные значения тока коллекторов у транзисторов  $T_3$ ,  $T_4$  и  $T_5$  приемника НР-4. Они соответственно равны 0,9, 1,0 и 16 *ма*. Мощность выходного каскада составляет 20 *мвт*.



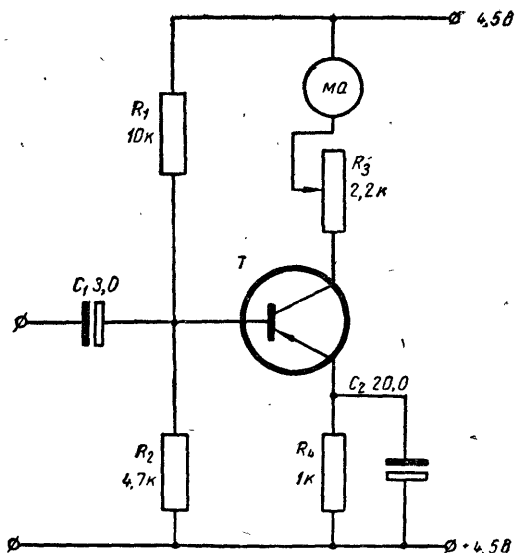


Рис. 26.

Далее каждому ученику предлагают исследовать, как изменяются напряжения на эмиттере, базе и ток коллектора транзистора предвыходного каскада при изменении сопротивления в цепи коллектора. Для этого в приемнике НР-4 производят изменения, которые показаны на рисунке 26.

Потом делают следующие выводы: при изменении сопротивления в цепи коллектора транзистора в определенных пределах (на рисунке 26 в пределах от нуля до 2,2 ком) напряжение на эмиттере и базе транзистора почти не меняется; ток коллектора транзистора изменяется незначительно.

### Задание на дом

1. Что можно сказать об изменении тока эмиттера транзистора (см. рис. 26) при изменении сопротивления резистора  $R_3$ ? Ответ обосновать.

2. Как изменяется напряжение на коллекторе транзистора при уменьшении сопротивления резистора  $R_3$  (см. рис. 26). Ответ обосновать.

Проверить выполнение задания.

### Новый материал

Транзистор может давать усиление по току и по напряжению. Для получения максимального неискаженного переменного напряжения сигнала на выходе каскада необходимо, чтобы на коллекторе транзистора было вполне определенное напряжение. Для опытного выяснения того, каким оно должно быть, в одном из приемников НР-4 в предвыходном каскаде делаются изменения, показанные на рисунке 27 (при наличии электронного осциллографа) или на рисунке 28.

Опытным путем выясняют:

а) какое наибольшее напряжение сигнала на выходе дает усилительный каскад при малой величине сопротивления резистора  $R_3$  (200—500 ом)? Измерить еще напряжение на коллекторе транзистора (без сигнала);

б) какое наибольшее напряжение сигнала на выходе дает усилительный каскад при большой величине сопротивления резистора  $R_3$  (3—3,3 ком)? Измерить еще напряжение на коллекторе транзистора (без сигнала);

в) каково должно быть сопротивление резистора  $R_3$  для получения наибольшего напряжения на выходе каскада? Измерить напряжения  $E$  (источника питания),  $U_k$  (без сигнала) и найти отношение  $\frac{E}{U_k}$ . Оно должно быть равно примерно 2.

Делаем вывод: для получения наибольшего неискаженного значения переменного напряжения сигнала на выходе усилительного каскада необходимо, чтобы постоянное напряжение на коллекторе транзистора было равно  $\frac{E}{2}$ . Такое соотношение имеется в приемнике НР-4

в каскадах на транзисторах  $T_1$ ,  $T_3$  и  $T_4$ .

Искажения сигнала наблюдают на экране осциллографа. Сигнал от звукового генератора увеличивают в опытах до появления искажений. При отсутствии осциллографа наличие искажений можно определять на слух.

Далее ученикам сообщаем следующее. Произведение усиления по току на усиление по напряжению дает

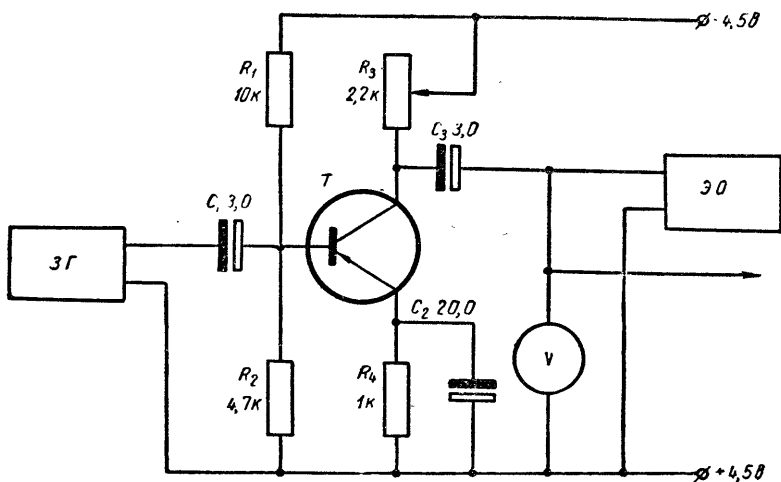


Рис. 27.

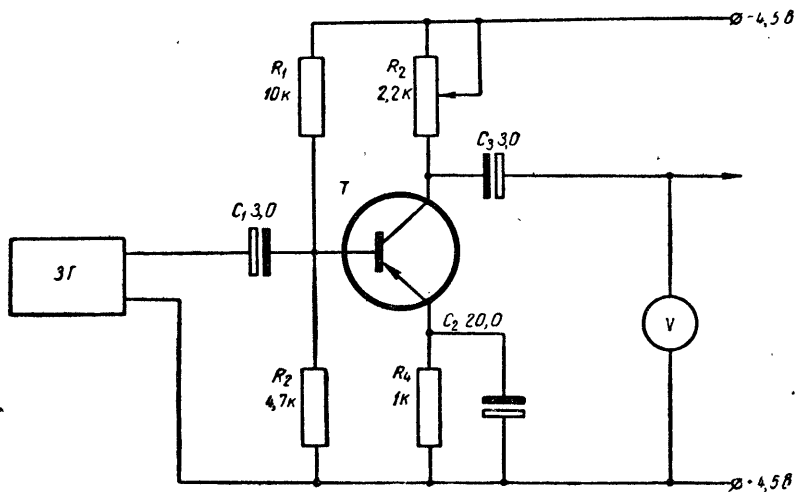


Рис. 28.

усиление по мощности. Для получения максимального усиления по мощности выгодно брать сопротивление в цепи коллектора транзистора как можно большим, но так, чтобы ток коллектора был не меньше  $0,3 \text{ ма}$  и постоянное напряжение между коллектором и базой транзистора было не меньше предполагаемого переменного напряжения на коллекторе.

### Задание на дом

1. Рассчитать напряжение на эмиттере и сопротивление резистора в цепи коллектора усилительного каскада, который бы давал максимальное неискаженное значение переменного напряжения сигнала на выходе, по следующим данным: напряжение источника питания  $E=4 \text{ в}$ , ток эмиттера  $I_э=2 \text{ ма}$  и сопротивление резистора в цепи эмиттера  $R_э=510 \text{ ом}$ .

2. Рассчитать сопротивление резистора в цепи коллектора транзисторного усилителя, который давал бы максимальное усиление по мощности, по следующим данным:  $E=4 \text{ в}$ ,  $I_э=0,4 \text{ ма}$ ,  $R_э=2 \text{ ком}$  и переменное напряжение на коллекторе не превышает  $0,7 \text{ в}$ .

### 6-е занятие

Проверить выполнение задания.

### Новый материал

Резистор  $R_3$  в цепи коллектора транзистора (см. рис. 16) представляет собой сопротивление нагрузки, т. е. резистор, на котором получается усиленный электрический сигнал. Резисторы  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_4$  служат для установления необходимых напряжений на электродах (эмиттере, базе, коллекторе) транзистора, для стабилизации режима его работы, обеспечения взаимозаменяемости транзисторов.

Каскад УНЧ может нормально работать и без  $R_2$  и  $R_4$ . Каждому ученику, для того чтобы проверить это на опыте, предлагается сделать следующее:

1. Из схемы предвыходного каскада УНЧ (рис. 16) приемника НР-4 удалить резисторы  $R_2$  и  $R_4$  и установить режим, при котором  $U_к = \frac{E}{2}$ . Для этого сопротивление резистора  $R_1$  должно быть увеличено и специально подо-

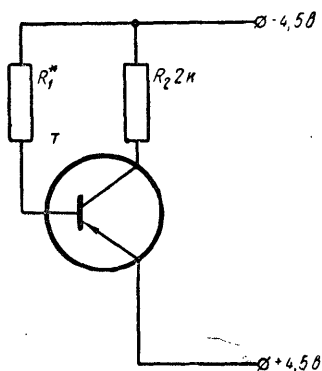


Рис. 29.

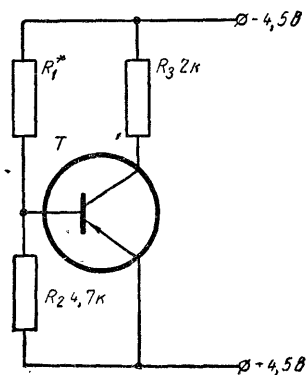


Рис. 30.

брано. В результате получается схема, показанная на рисунке 29.

Заменить транзистор с коэффициентом  $\beta$  на другой транзистор с коэффициентом больше или меньше данного. Убедиться, что нормальный режим работы транзистора нарушился (изменилось постоянное напряжение на коллекторе).

2. Поставить резистор  $R_2$  в схему и подбором сопротивления резистора  $R_1$  установить режим, при котором  $U_k = \frac{E}{2}$ . Получится схема по рисунку 30.

Заменить транзистор, как и в предыдущем опыте. Убедиться, что нормальный режим работы транзистора нарушился, но в меньшей степени по сравнению со схемой, когда  $R_2$  отсутствовал.

3. Восстановить первоначальную схему каскада по рисунку 16. Заменить транзистор, как и в предыдущих опытах. Убедиться, что нормальный режим работы транзистора почти не изменился.

Далее учащимся сообщают, что при изменении температуры окружающей среды изменяются параметры транзисторов: начальный ток коллектора, коэффициент усиления по току  $\beta$  и др., т. е. изменение температуры окружающей среды, при которой работает транзистор, равноценно замене данного транзистора другим, с иными параметрами.

Делаем выводы:

1. Схема каскада УНЧ с резисторами  $R_2$  и  $R_4$  (см. рисунок 16) обеспечивает взаимозаменяемость транзисторов.

2. Такая схема обладает и высокой температурной стабильностью.

### Задание на дом

Учитывая, что напряжение на базе транзистора примерно на 0,15 в выше, чем напряжение на его эмиттере, рассчитать все сопротивления резисторов  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  и  $R_4$  каскада УНЧ (в схеме по рисунку 16) из расчета получения на выходе максимального напряжения сигнала по следующим данным:  $E=4,1$  в,  $U_s=0,9$  в и  $I_k=1$  ма.

## 7-е занятие

Проверить выполнение задания.

### Новый материал

Конденсатор. Плоский конденсатор. Заряд и разряд конденсатора (на опытах). Емкость конденсатора. Единицы емкости. Последовательное и параллельное соединение конденсаторов. Конденсатор в цепи постоянного тока, в цепи переменного тока (на опытах).

Далее сообщаем учащимся, что в приемнике НР-4 (см. рис. 42) конденсатор  $C_{13}$ , подключенный параллельно резистору  $R_{18}$ , шунтирует этот резистор по переменному току. Если этот конденсатор убрать, то создается так называемая отрицательная обратная связь по переменному току и возникающее переменное напряжение на резисторе  $R_{18}$  уменьшает усиление каскада. Правда, при этом уменьшаются искажения, возникающие при усилении сигнала каскадом УНЧ. Иногда для высококачественного воспроизведения сигнала в ущерб усилению каскада сопротивление в цепи эмиттера не шунтируют конденсатором или шунтируют только часть этого сопротивления. Такое же назначение, как и  $C_{13}$ , имеют конденсаторы  $C_5$ ,  $C_6$ ,  $C_{11}$  и  $C_{15}$ . Все они называются блокировочными.

Даем ученикам возможность на опыте проверить роль конденсатора, шунтирующего сопротивление в цепи эмиттера. Для этого каждый ученик настраивает свой

приемник НР-4 на радиовещательную станцию и потом отсоединяет конденсатор  $C_{13}$  (см. рис. 42). Если эффект уменьшения громкости приема радиовещательной станции будет малозаметным, то можно отсоединить еще конденсатор  $C_{11}$ .

### Задание на дом

1. Ознакомиться по справочнику с различными типами конденсаторов. Какие правила надо соблюдать при их включении в схему?

2. Найти в радиотехнической литературе расчет величины емкости конденсатора, подключенного параллельно резистору в цепи эмиттера.

### 8-е занятие

Проверить выполнение задания.

По найденному расчету емкости конденсатора (вторая часть задания) предложить учащимся проверить ее соответствие емкости конденсатора в приемнике НР-4.

### Новый материал

В приемнике с большим числом каскадов, т. е. с большим усилением сигнала, может возникнуть связь между каскадами, которая называется положительной обратной связью. Она может возникнуть в результате того, что через источник питания из одного каскада на другой подается такое переменное напряжение, которое превращает усилитель в генератор, и мы слышим в громкоговорителе различные свисты, бульканье и т. п. без подачи сигнала на вход усилителя. Это, как уже говорилось ранее, называется самовозбуждением усилителя.

Для устранения самовозбуждения к участкам возможного прохождения напряжения положительной обратной связи присоединяют конденсатор, который шунтирует этот участок по переменному току. В приемнике НР-4 таким конденсатором является  $C_{14}$ , присоединенный параллельно первичной обмотке трансформатора  $Tr$ .

Для устранения самовозбуждения усилителя между его каскадами включаются цепочки фильтра, которые называются развязывающими. Они состоят обычно из резистора, включенного в разрыв цепи питания между

теми каскадами, где есть вероятность возникновения положительной обратной связи, и конденсатора. В приемнике НР-4 две такие цепочки:  $R_5 C_2$  и  $R_{14} C_9$ . Фильтрующее действие этих цепочек тем больше, чем больше сопротивление резистора цепочки и емкость конденсатора.

Далее предлагают ученикам проверить, что цепочки фильтра устраняют самовозбуждение. Для этого в приемнике НР-4 исключают цепочку фильтра  $R_{14} C_9$ . Возникновение самовозбуждения проверяют при настройке на радиовещательную станцию. Если самовозбуждение не возникло, то отсоединяют еще и фильтр  $R_5 C_2$ , а потом и конденсатор  $C_{14}$ .

В приемнике НР-4 с целью устранения связи между каскадами по постоянному току и передачи усиленного электрического сигнала с выхода предыдущего каскада на вход последующего выход каждого предыдущего каскада соединяют с входом последующего через конденсатор. Такими конденсаторами в приемнике НР-4 служат  $C_4$ ,  $C_{10}$  и  $C_{12}$ . Они называются переходными, а связь между каскадами — реостатно-емкостной.

Следует спросить у учеников, почему эти переходные конденсаторы включаются так, что минусовой вывод электролитического конденсатора присоединяется к коллектору одного транзистора, а плюсовой вывод — к базе другого.

### Задание на дом

Найти в радиотехнической литературе или справочниках расчет цепочки развязывающего фильтра и расчет емкости переходных конденсаторов.

## 9-е занятие

Проверить выполнение задания.

### Новый материал

Вводят понятия о магнитном поле, электромагнитной индукции, индуктивности катушки. Расширяются понятия о переменном токе, трансформаторе.

Сообщают учащимся, что в приемнике НР-4 используется громкоговоритель, сопротивление которого относительно мало (например, 6 Ом). Если этот громкоговоритель включить в цепь коллектора выходного каскада



непосредственно, без трансформатора, то выходная мощность значительно уменьшится. Происходит это потому, что выходное сопротивление этого каскада большое, т. е. в цепь коллектора должна включаться нагрузка (громкоговоритель) с большим сопротивлением для получения максимальной мощности. А так как сопротивление используемого нами громкоговорителя мало, то говорят, что происходит рассогласование между выходным сопротивлением каскада и сопротивлением его нагрузки. Для согласования сопротивлений включается трансформатор. Первичная обмотка, имеющая большее число витков, включается в цепь коллектора, а вторичная, имеющая меньшее число витков, присоединяется к громкоговорителю.

Потом предлагают учащимся проверить вышеизложенное. Каждый ученик в своем приемнике НР-4 включает громкоговоритель непосредственно в цепь коллектора транзистора  $T_5$ . Громкость принимаемой радиовещательной станции должна значительно снизиться.

Расчет трансформаторного выходного каскада усилителя низкой частоты можно найти в радиолобительской литературе. Надо только иметь в виду, что выходные каскады работают в режимах класса А, класса В и др. Выходной каскад УНЧ приемника НР-4 работает в режиме класса А.

#### Задание на дом

Найти в радиотехнической литературе описание работы выходных каскадов УНЧ в режимах класса А и класса В и ответить на вопросы:

- а) Каково различие в режимах работы этих каскадов?
- б) Каковы их достоинства и недостатки?

#### 10-е занятие

Проверить выполнение задания.

#### Новый материал

На этом занятии рассматривают относительно широкий круг вопросов: колебания маятника, собственная частота колебаний, вынужденные колебания, резонанс, звуковые колебания, звуковой резонанс, колебательный контур, зависимость частоты свободных колебаний кон-

тура от емкости конденсатора и числа витков катушки контура, электрический резонанс.

Подчеркивают, что при настройке приемника на радиовещательную станцию используется явление резонанса.

Если в приемнике НР-4 около минимального значения емкости конденсатора  $C_1$  не прослушиваются радиовещательные станции, а слышатся они дальше, к среднему ее значению, то надо домотать к катушке  $L_1$  столько витков, чтобы станции были слышны около минимального значений емкости конденсатора  $C_1$ . Это увеличит громкость приема этих станций благодаря улучшению резонансных свойств колебательного контура  $L_1 C_1$ . Резонансные свойства колебательного контура характеризуются величиной, которая называется добротностью. Она увеличивается при уменьшении емкости конденсатора и увеличении индуктивности катушки колебательного контура.

Расширяют понятие о детектировании. Рассматривают (в приемнике НР-4) назначение диода  $D$ , нагрузочного сопротивления  $R_9$  и конденсатора  $C_7$ . Для этой цели повторяют демонстрацию работы детекторного каскада по схеме, описанной в беседе 5 § 2. Уяснению процесса детектирования способствуют следующие эксперименты. Оставляют в детекторном каскаде только диод  $D$  и резистор  $R_9$ , а конденсаторы  $C_7$  и  $C_8$  отсоединяют. Модулированный сигнал от ГСС подают на резистор  $R_2$  приемника, а вход осциллографа присоединяют вначале к катушке  $L_4$ , а потом к резистору  $R_9$ . На экране осциллографа наблюдают записи колебаний, которые дают возможность понять работу диода  $D$ . После подключения конденсатора  $C_7$  наблюдают на экране осциллографа происшедшие изменения и выявляют фильтрующее действие присоединенного конденсатора.

Поскольку в усилителе высокой частоты приемника НР-4 транзисторы  $T_1$  и  $T_2$  высокочастотные, учащимся сообщают предельные эксплуатационные данные транзисторов типа П401—П403А:

1. Ток коллектора — 10 ма
2. Напряжение коллектор — эмиттер при сопротивлении резистора в цепи базы 1 ком — 10 в
3. Мощность, рассеиваемая при температуре окружающей среды до  $+25^{\circ}\text{C}$  — 50 мвт

Указывают, что второй каскад усилителя высокой частоты приемника НР-4 на транзисторе  $T_2$  трансформаторный. Назначение трансформатора такое же, как и в выходном каскаде УНЧ. Учитывая, что это усилитель высокой частоты, обмотки трансформатора наматывают не на железном сердечнике, как в УНЧ, а на ферритовом кольце.

### Задание на дом

1. Повысить добротность колебательного контура приемника НР-4, если она низка.

2. Определить по справочнику, каких типов диоды могут быть использованы в детекторном каскаде приемника НР-4, если максимально допустимое обратное рабочее напряжение — 10 в; прямой ток — не менее 1 ма; предельная рабочая частота — 5 мГц.

На этом изучение работы приемника НР-4 заканчивается.

Предлагаемая автором методика изучения приемника НР-4 не претендует на совершенство и исчерпывающую полноту освещения основных физических процессов, происходящих, например, при радиоприеме. Если учесть, что содержание занятий по этой программе разрабатывалось для учащихся VII класса, то более глубоко затрагивать эти вопросы вряд ли целесообразно. Это может быть сделано в последующие годы занятий в кружке.

## § 4. Усовершенствование приемника

Два занятия (11-е и 12-е) посвящаются усовершенствованию приемника прямого усиления на транзисторах. На 11-м занятии рассматривают вопрос упрощения схемы приемника применением непосредственной связи между каскадами; на 12-м занятии — вопрос повышения выходной мощности приемника на транзисторах применением бестрансформаторного выходного каскада УНЧ.

### 11-е занятие

Проверить выполнение задания.

Новый материал

Учащимся предлагают с приемником НР-4 проделать следующую работу:

1. Включить приемник и измерить напряжение на коллекторе транзистора  $T_1$ .

2. Удалить из схемы конденсатор  $C_4$ , резисторы  $R_6$  и  $R_7$ , а резистор  $R_8$ , имеющий сопротивление 1 ком, заменить на резистор в 2 ком. Базу транзистора  $T_2$  соединить непосредственно с коллектором транзистора  $T_1$ .

3. Включить приемник и снова измерить напряжение на коллекторе  $T_1$ .

4. Проверить работу приемника на приеме радиовещательных станций. Качество работы приемника должно остаться прежним.

Объясняют учащимся, что напряжения на коллекторе транзистора  $T_1$  и на базе транзистора  $T_2$  при таком соединении одинаковы. Напряжение на коллекторе транзистора  $T_1$  стабилизировано резисторами этого каскада. Следовательно, стабилизировано и напряжение на базе транзистора  $T_2$ . Такая связь между каскадами усилителей называется непосредственной связью.

Дают расчет величины сопротивления резистора  $R_8$ . Ток коллектора транзистора  $T_2$  до введения непосредственной связи был равен 0,8 ма. После ее введения ток коллектора должен быть таким же. Зная это, а также напряжение на эмиттере транзистора  $T_2$  (оно на 0,1—0,2 в меньше напряжения на коллекторе транзистора  $T_1$ ), по закону Ома находят величину сопротивления резистора  $R_8$ .

Подчеркивают, что применение непосредственной связи между каскадами усилителя дает возможность уменьшить число его деталей без ослабления стабилизации режима работы транзисторов, уменьшить искажения в усилителе благодаря отсутствию в нем переходных конденсаторов.

Здесь речь шла о непосредственной связи между каскадами в усилителе высокой частоты. Такая связь может быть осуществлена и в усилителе низкой частоты.

Рассчитать и наладить приемник с непосредственной связью между каскадами усилителя может радиолюбитель, имеющий некоторый опыт. Указывают, что расчет надо начинать с последнего каскада, где есть непосредственная связь, руководствуясь положениями, изложенными в 4—6 занятиях. Затем, зная напряжение на базе транзистора этого каскада и, следовательно, на-

пряжение на коллекторе транзистора предыдущего каскада (они равны), рассчитать этот каскад усилителя и т. д. При этих расчетах надо иметь в виду, что на базе транзистора каждого предыдущего каскада напряжение понижается.

Налаживание надо начинать с первого каскада усилителя с непосредственной связью, отсоединив от него базу транзистора последующего каскада. Вначале устанавливают необходимый режим работы транзистора, для чего проверяют напряжение на его коллекторе и, если оно отличается от расчетного, устанавливают его изменением сопротивления резистора, соединяющего базу транзистора с минусом источника питания. Затем присоединяют базу транзистора следующего каскада. Если расчет сделан правильно, то дальнейшего налаживания, как правило, не требуется.

После введения в приемнике НР-4 непосредственных связей между каскадами он уже называется приемником РИО-1 (см. рис. 44).

### Задание на дом

Из приемника НР-4 сделать приемник РИО-1.

Учитывая, что транзисторы по типу проводимости делятся на транзисторы  $p-n-p$  и  $n-p-n$  типа, ответить на вопросы:

1. Какие маломощные низкочастотные транзисторы относятся к одному и к другому типу?

2. Каково их различие в условном обозначении и в подключении к источнику питания?

### 12-е занятие

Проверить выполнение задания.

### Новый материал

Вводят понятие о коэффициенте полезного действия каскада УНЧ как о величине, равной отношению мощности в нагрузке к мощности, подводимой к каскаду от источника питания. Затем сообщают следующее. Выходной каскад УНЧ в приемниках НР-4 и РИО-1 работает в режиме класса А, который имеет низкий коэффициент полезного действия (30%). При токе коллектора 16 мА его выходная мощность равна 20 мВт. Выходную мощ-

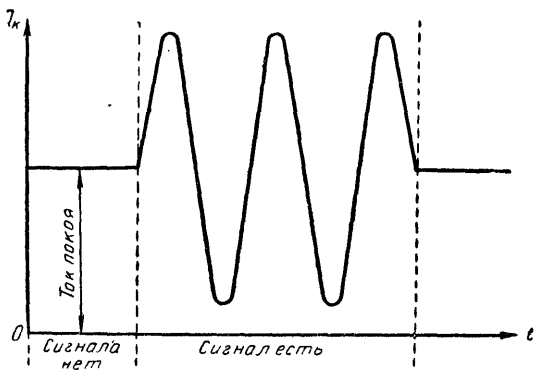


Рис. 31.

ность каскада можно увеличить за счет увеличения тока коллектора транзистора. Например, чтобы получить выходную мощность 100 мвт, надо увеличить ток коллектора транзистора до 80 ма, перемотать обмотки выходного трансформатора и заменить транзистор в выходном каскаде на более мощный. Если учесть, что этот ток протекает все время и при отсутствии сигнала (ток покоя), то такой способ увеличения мощности выходного каскада оказывается нецелесообразным из-за низкого коэффициента полезного действия выходного каскада.

Рассматривают график (рис. 31) изменения тока коллектора выходного каскада, работающего в режиме класса А. Из этого графика видно, что ток коллектора транзистора то увеличивается и становится больше тока покоя, то уменьшается и становится меньше тока покоя. Происходит это потому, что на базу транзистора подается сигнал такой же формы, как и усиленный (см. рис. 31), который то увеличивает отрицательное напряжение на базе транзистора (отрицательная полуволна), то уменьшает его (положительная полуволна).

Повысить коэффициент полезного действия можно путем создания такого режима, при котором ток покоя коллектора транзистора очень мал и увеличивается только при подаче на вход сигнала. Это и будет режим класса В. Такой режим можно создать, например, в выходном каскаде приемника РИО-1. Для этого надо

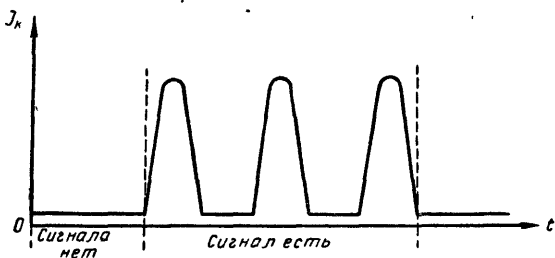


Рис. 32.

увеличить сопротивление резистора  $R_{15}$  до величины, при которой напряжение на базе стало бы равным  $0,1$  в.

Предлагают учащимся перевести выходной каскад приемника РИО-1 в режим класса В, настроиться на какую-нибудь радиовещательную станцию и обратить внимание на низкое качество приема.

Сообщают, что коэффициент полезного действия такого каскада может составлять  $60-70\%$ , однако выходные каскады по такой схеме практического применения не имеют из-за того, что они дают большие искажения формы усиливаемого сигнала. В самом деле, поскольку на базе транзистора напряжение равно  $0,1$  в и ток покоя коллектора почти отсутствует, то он может возникнуть (увеличиться) только при отрицательной полуволне сиг-

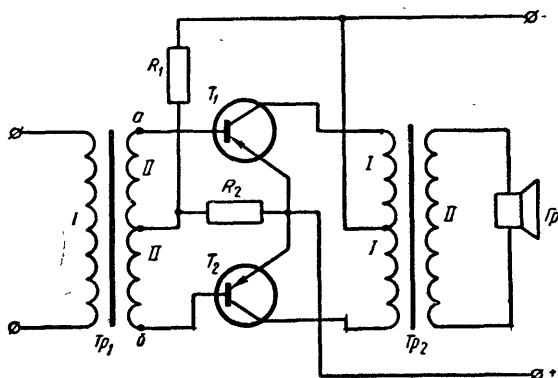


Рис. 33.

нала. При положительной полуволне сигнала ток коллектора изменяться не будет, т. е. в этом случае можно говорить, что транзистор «молчит». Графически это показано на рисунке 32.

Рассмотренный выходной каскад, работающий в режиме класса В, называется одноктактным.

Если же выходной каскад УНЧ сделать двухтактным, т. е. взять два одноктактных каскада, поставить их рядом так, чтобы один из них усиливал отрицательную полуволну сигнала, а другой — положительную, то искажений формы сигнала не будет при относительно высоком коэффициенте полезного действия выходного каскада. На рисунке 33 показана типовая схема трансформаторного двухтактного выходного каскада, работающего в режиме класса В. Переменное напряжение, подаваемое на обмотку трансформатора  $Tr_1$ , создает переменное напряжение на обмотках II этого трансформатора. При отрицательной полуволне сигнала в точке  $a$  пусть будет отрицательное напряжение сигнала и транзистор  $T_1$  усиливает его, а в точке  $b$  будет положительное напряжение и транзистор  $T_2$  «молчит». При положительной полуволне сигнала в точке  $a$  уже будет положительное напряжение сигнала и транзистор  $T_1$  «молчит», а в точке  $b$  — отрицательное напряжение и транзистор  $T_2$  усиливает его. Так все время будет происходить очередная работа транзисторов, в результате чего двух-

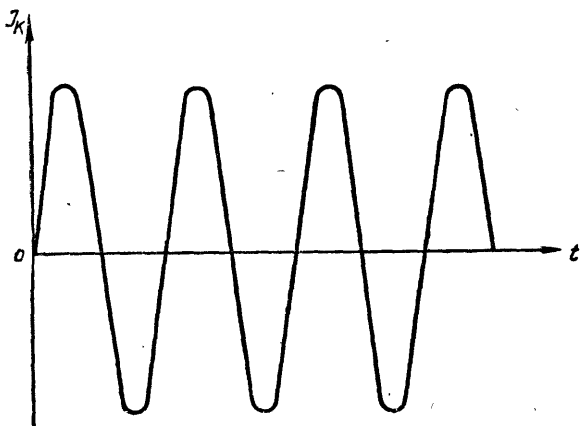


Рис. 34.



тактный выходной каскад усиливает обе полуволны переменного напряжения и при правильно выбранном режиме искажений формы сигнала не будет. Точнее, искажения будут, так как они всегда есть, но они будут незначительные, в пределах нормы. График тока коллекторов обоих транзисторов показан на рисунке 34.

Учитывая трудности, с которыми приходится сталкиваться в радиолюбительской практике при расчете трансформаторов усилителей низкой частоты (см. главу III), учащимся предлагают схему бестрансформаторного выходного каскада УНЧ с применением транзисторов разной проводимости. Эта схема использована в приемниках РИО-3 и РИО-4 (см. рис. 46 и 47).

Рассматривают работу выходного каскада\* в приемнике РИО-3. Транзисторы  $T_4$  и  $T_6$  служат для усиления отрицательной полуволны сигнала, так как ток коллектора транзистора  $T_4$  увеличивается при подаче отрицательного напряжения на его базу, а транзисторы  $T_5$  и  $T_7$  служат для усиления положительной полуволны сигнала, так как ток коллектора транзистора  $T_5$  увеличивается при подаче положительного напряжения на его базу.

Ток покоя коллектора транзистора  $T_4$  мал и составляет 0,03—0,04 ма, поэтому и напряжение на резисторе  $R_{16}$  мало (0,15—0,2 в). Но напряжение на резисторе  $R_{16}$  равно напряжению между базой и эмиттером транзистора  $T_6$  (пренебрегая падением напряжения на сопротивлении катушки громкоговорителя). Так как оно мало, то мал и ток покоя коллектора транзистора  $T_6$ . Он составляет 2—3 ма. Выходит, что оба транзистора  $T_4$  и  $T_6$  работают при малых токах покоя, а этот режим работы выходного каскада УНЧ соответствует режиму класса В. Все сказанное о транзисторах  $T_4$  и  $T_6$  относится и к транзисторам  $T_5$  и  $T_7$ .

Переменное напряжение сигнала через конденсатор  $C_9$  подается на базу транзистора  $T_5$  и через резистор  $R_{14}$  — на базу транзистора  $T_4$ . Отрицательную полуволну сигнала усиливают транзисторы  $T_4$  и  $T_6$ , а положительную — транзисторы  $T_5$  и  $T_7$ . В результате этого на проводе, соединяющем эмиттеры транзисторов  $T_4$  и  $T_5$  и коллекторы транзисторов  $T_6$  и  $T_7$ , возникает усиленное переменное напряжение. Через конденсатор  $C_{11}$  оно подается на сопротивление нагрузки этого каскада, которым является сопротивление катушки громкоговорителя.

Резисторы  $R_{11}$  и  $R_{16}$  присоединяются к минусу источника питания не непосредственно, а через громкоговоритель. Это дает возможность повысить напряжение питания и усиление соответствующих каскадов, потому что к напряжению источника питания добавляется еще переменное напряжение, возникающее на сопротивлении катушки громкоговорителя.

### Задание на дом

Изготовить приемник РИО-3 или РИО-4.

На этом может быть закончен второй год обучения школьников в радиофизическом кружке. После изучения работы сделанного самостоятельно радиоприемника у учащихся возникает потребность к тому, чтобы узнать, как работают другие радиоустройства. Школьники интересуются супергетеродинным приемом, радиопередающими устройствами, элементами автоматических устройств и многими другими вопросами.

При наличии времени можно ознакомить учащихся VII класса с некоторыми элементами автоматических устройств. Это полезно сделать с целью подключения учащихся уже в VIII классе к коллективной творческой деятельности, темой которой часто является изготовление различных автоматических устройств.

## § 5. Элементы автоматических устройств

Приведем содержание первых пяти занятий этой темы.

### 1-е занятие

Во вводной беседе надо рассказать учащимся, что в наше время автоматические устройства широко используются в современном производстве. Простейшими элементами автоматических устройств являются реле, шаговые искатели и т. п.

Рассмотреть устройство и действие электромагнитного реле. Дать условные обозначения реле и его контактов. Рассказать об одно-, двух- и многообмоточных реле, реле постоянного и переменного тока, рассчитанных на различные напряжения источника питания. Например, номинальные напряжения питания реле постоянного тока

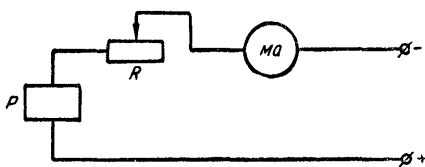


Рис. 35.

чаще всего бывают: 12, 24, 48 и 60 в; могут быть реле, рассчитанные на 110, 127, 220 в и другие. Реле имеют одну, две и более контактных групп, которые могут работать на замыкание, размыкание и переключение, т. е. при срабатывании реле первые замыкаются, вторые размыкаются, а третьи размыкают одну цепь и замыкают другую. Показать многоконтактное реле. Указать, что замыкание цепи обмотки реле вызывает его срабатывание, а это в случае многоконтактного реле вызывает одновременное замыкание, размыкание и переключение различных электрических цепей, что часто бывает необходимо в работе автоматических устройств.

Некоторые основные величины, характеризующие реле, обычно указаны на табличке, прикрепляемой сверху обмотки реле. Например, надпись на реле: «1300. 13900. 0,09 ПЭЛ-1» означает, что сопротивление обмотки реле 1300 ом, число витков равно 13900 и обмотка намотана проводом диаметром 0,09 мм марки ПЭЛ-1. Зная эти величины и тип реле, в справочниках можно найти и другие величины, характеризующие реле, например номинальное напряжение, ток срабатывания, ток отпускания и др. При отсутствии справочных данных эти величины можно определить опытным путем.

Учащимся дают задание научиться определять токи срабатывания и отпускания реле. Для этого каждый

Учащимся дают задание научиться определять токи срабатывания и отпускания реле. Для этого каждый

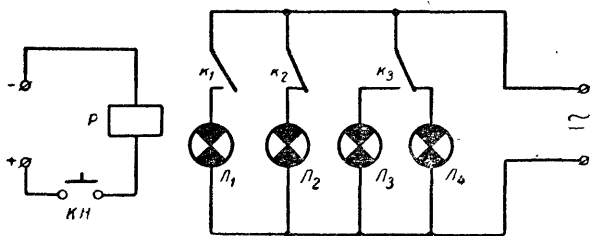


Рис. 36.

из них собирает электрическую цепь по схеме на рисунке 35. Записывают величины токов, при которых реле срабатывает, отпускает.

Далее учащиеся собирают электрическую цепь с многоконтактным реле по рисунку 36. Наблюдают работу реле. Приводят примеры применения реле в различных устройствах.

### Задание на дом

1. Чем отличаются друг от друга реле типа РСМ-1, РСМ-2 и РСМ-3?
2. Ознакомиться с устройством и действием поляризованных реле. Чем отличаются друг от друга реле типа РП-4, РП-5 и РП-7?

### 2-е занятие

Проверяют выполнение задания.

### Новый материал

Шаговые искатели. Они устроены так же, как и электромагнитные реле, только якорь шагового искателя при каждом его срабатывании поворачивает вокруг оси на определенный угол группу (две, четыре, восемь) подвижных контактов — щеток. Каждая щетка движется по ряду неподвижных контактов, которых в ряду может быть 11, 17, 25 и др. Каждое срабатывание шагового искателя (шаг) вызывает поступательное движение щеток и переход каждой щетки с одного контакта ряда на другой по ходу движения. Так, если в ряду неподвижных контактов 17, чтобы щетке пройти по всем контактам, шаговому искателю необходимо сделать семнадцать шагов, после чего щетка возвращается в исходное положение.

Рассмотреть устройство и действие шагового искателя на самом шаговом искателе. Дать условные обозначения шаговых искателей и их контактов.

Шаговые искатели бывают следующих типов: ШИ-11/4, ШИ-17/4, ШИ-25/2, ШИ-25/4, ШИ-25/8 и др. Например, ШИ-11/4 означает, что этот шаговый искатель имеет в каждом контактном ряду по 11 неподвижных контактов и таких контактных рядов 4.

Шаговые искатели бывают прямого и обратного действия. У первых — щетки переходят на очередной

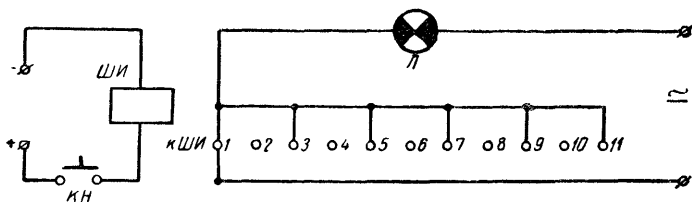


Рис. 37.

контакт в момент притяжения якоря, а у вторых — в момент отпущения якоря.

Ученикам предлагают собрать электрическую цепь по схеме на рисунке 37 и убедиться, что лампа *Л* загорается через каждый шаг шагового искателя, а при переходе его с 11-го контакта на 1-й лампа продолжает гореть.

Рассмотреть устройство и действие телефонного номеронабирателя. Указать, что, каков набираемый номер, столько же раз соответственно замыкаются контакты номеронабирателя, за исключением нуля, которому соответствует 10 замыканий. Если в схеме (рис. 37) вместо кнопки «кн» поставить нормально замкнутые контакты реле, которое через контакты номеронабирателя подключено к источнику тока, то набираемому номеру будет соответствовать число шагов шагового искателя.

Привести примеры использования шаговых искателей в различных устройствах.

### Задание на дом

Разработать и начертить схему с шаговым искателем, в которой были бы использованы три его контактных ряда так, чтобы лампы, подключенные по одной к каждому контактному ряду, во время работы шагового искателя загорались поочередно.

### 3-е занятие

Проверить выполнение задания.

Новый материал

Реле времени. Предлагают учащимся самостоятельно изучить схему реле времени на одном транзисторе, изображенную на рисунке 38, и объяснить, как оно работает.

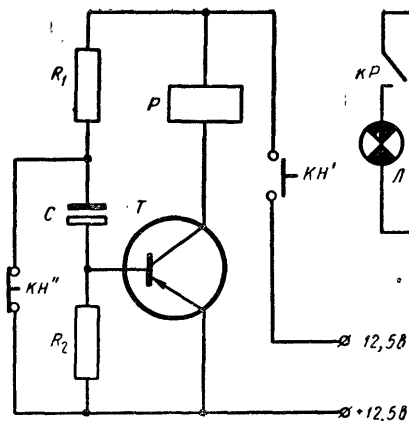


Рис. 38.

Собрать электрическую цепь по схеме (рис. 38). Убедиться, что при нажатии кнопки лампа в течение некоторого времени горит, а потом тухнет. Спросить у учащихся, где такое реле времени может найти практическое применение? Данные элементов схемы на рисунке 38 зависят от типа реле  $P$ . Например, если взято телефонное реле типа

100 с сопротивлением обмотки  $1500\ \text{ом}$  и током срабатывания  $5\ \text{ма}$ , то значения элементов реле времени могут быть следующими:  $R_1=43\ \text{к}$ ,  $R_2=10\ \text{к}$ ,  $C=20,0$ . Тип транзистора  $T$  надо выбрать с таким расчетом, чтобы во время работы реле времени не было превышения предельных эксплуатационных данных транзистора. В нашем случае транзистор  $T$  можно взять типа П13—П15 ( $\beta=30\text{—}100$ ).

#### Задание на дом

1. Каково назначение резисторов  $R_1$ ,  $R_2$  и конденсатора  $C$  (см. рис. 38)?
2. От чего зависит время выдержки реле времени?
3. Что представляет собой неоновая лампа и для чего она применяется?

#### 4-е занятие

Проверить выполнение задания.

#### Новый материал

Предлагают учащимся самостоятельно изучить схему реле времени на неоновой лампе (рис. 39) и объяснить, как это реле времени работает (реле  $P$  поляризованное, типа РП-4, РП-5 или РП-7).

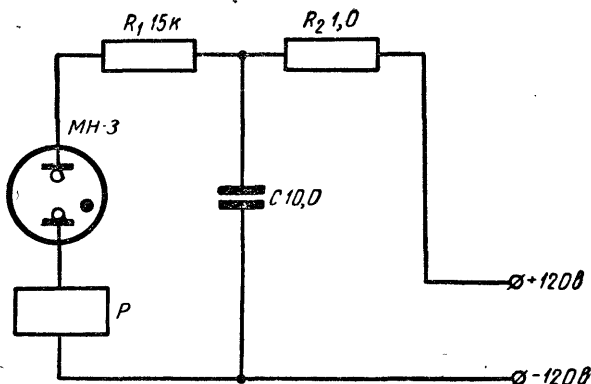


Рис. 39.

Собрать электрическую цепь по схеме на рисунке 39. Убедиться, что реле  $P$  через определенный промежуток времени  $t_1$  срабатывает, а потом через некоторое время  $t_2$  отпускает, затем через промежуток времени  $t_1$  опять срабатывает, и так продолжается все время. Спросить у учащихся, где такое реле времени может быть применено.

### Задание на дом

1. Какие неоновые лампы и электромагнитные реле могут быть использованы в реле времени (рис. 39)?
2. От чего зависит время выдержки  $t_1$  и  $t_2$ ?
3. Что представляет собой тиратрон тлеющего разряда МТХ-90 и каковы его свойства?

### 5-е занятие

Проверить выполнение задания.

#### Новый материал

Реле времени на тиратроне тлеющего разряда МТХ-90 (рис. 40). Предлагают учащимся самостоятельно изучить схему реле времени и объяснить его работу (реле  $P$  типа РКМ-1 с сопротивлением обмотки 2000 ом). Собрать электрическую цепь по схеме (рис. 40). Убе-

даться, что это реле времени после включения срабатывает через определенный промежуток времени  $t$  и потом в таком положении остается. Спросить у учащихся, где такое реле времени может найти практическое применение.

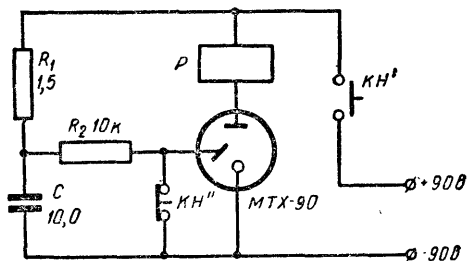


Рис. 40.

### Задание на дом

1. Какие электромагнитные реле могут быть использованы в реле времени (рис. 40)?
2. От чего зависит время выдержки  $t$  реле времени?
3. Что представляет собой электрический мост и каковы его свойства?

После усвоения содержания материала первых пяти занятий темы «Элементы автоматических устройств» учащимся может быть объяснена работа автоматического регулятора температуры (см. рис. 54), автоматического регулятора температуры АРТ-3 (см. рис. 55), обучающей машины ОМ (см. рис. 60—63) и других аналогичных устройств.



## ГЛАВА II

### ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ В КРУЖКЕ

На определенном этапе накопления знаний, практических умений, навыков исследовательского характера учащийся может проявить способности к творческой деятельности. Они могут появиться, например, уже в VIII классе, если в VI и VII классах учащиеся занимались по предлагаемой нами методике (см. главу I).

Способности к творческой деятельности у ученика могут появиться раньше предусмотренного времени, а может быть и значительно позже. Это будет зависеть от индивидуальных качеств учащихся. Бывает, что сразу после изучения какого-либо раздела радиотехники, касающегося уже изготовленной конструкции, учащийся составляет план ее усовершенствования, делает соответствующие расчеты и потом реализует свою идею. Это можно считать началом проявления творческих способностей ученика.

Для успешного развития творческих способностей учащихся в кружке должны быть созданы благоприятные условия. Эти условия во многом определяются методикой организации занятий и выбором тематики работ.

Считаем целесообразным, начиная с VIII класса, вовлекать учащихся в коллективную творческую деятельность, которая будет являться дополнением к обязательной учебной работе в кружке, определенной выше для школьников этого возраста (см. введение).

#### § 1. Метод коллективного творчества

В практике работы физико-технических кружков имеет распространение метод индивидуальной творческой деятельности, который заключается в том, что каждый кружковец занят своим делом, своей конструкцией, которая его лично заинтересовала.

В последнее время все большее признание получает метод коллективного творчества, который, максимально развивая творческую инициативу и способности учащихся, имеет несравненные преимущества перед творчеством одиночек.

Метод коллективной творческой деятельности в кружке позволяет выработать качества, очень ценные для современного советского человека: коллективизм, товарищескую взаимопомощь и пр.

В наш век — век высокоразвитой и бурно развивающейся науки и техники один человек не может быть создателем, творцом большого дела. Поэтому коллективная творческая деятельность учащихся в радиофизическом кружке приобретает особое значение. Радиолобительство — это «народный университет», готовящий армию будущих ученых, инженеров для науки и техники.

В кружке учащиеся должны научиться коллективно работать. Как бы ни был талантлив человек, один он не в состоянии сделать то, что может сделать коллектив. Только чувствуя себя частью коллектива, вбирая в себя то лучшее, что достигнуто коллективом, человек может наиболее благоприятно развивать свои творческие способности, претворять в жизнь самые смелые замыслы.

Следует, однако, заметить, что за коллективное творчество иногда принимают простую форму сотрудничества. Например, занимаясь в кружке, каждый учащийся выбрал себе интересующую его конструкцию для изготовления (магнитофон, приемник, какое-либо автоматическое устройство и т. д.). Здесь возможны и объединения в группы, бригады. На общем собрании всем коллективом обсуждается каждая из этих конструкций, делаются критические замечания, даются советы и т. п. Далее каждый кружковец занимается своим делом. Потом коллектив кружка еще несколько раз собирается для обсуждения каждой конструкции, пока она не будет завершена. И затем уже коллективное обсуждение результата.

На первый взгляд может показаться, что это и есть то, что называется коллективным творчеством. Формально да! А в действительности нет. Несмотря на внешний коллективный характер, творчество в полном смысле этого слова может быть только у «хозяев»

конструкций. Ведь у всех кружковцев или отдельных групп направление их деятельности, идей, над осуществлением которых они работают, разные.

Чтобы творить, надо постоянно думать над разрешением своей идеи. Только в этом случае и может родиться действительно что-то новое. А при описанном выше «коллективном творчестве» можно некоторых, по-настоящему творческих, людей «поймать» на том, что при обсуждении чьей-то конструкции они думают о своей.

Иногда коллективное творчество осуществляется по такой схеме. Каждый кружковец или каждая группа кружковцев, так же как в только что рассмотренном случае, имеет свою конструкцию для изготовления. Наряду с различной работой, соответствующей индивидуальным интересам учащихся, имеется какая-либо единая тема, в разработке которой участвует весь кружок. Мы считаем, что это более похоже на коллективное творчество, но еще не то, что должно быть.

По-настоящему коллективное творчество будет тогда, когда в кружке есть только единая тема, в разработке которой участвует весь коллектив кружка (12—15 человек). Идя в кружок, учащийся должен готовиться к разработке общей темы, настраиваться на эту тему и все время работы в кружке (1,5—2 часа) отдавать себя этому общему делу. Разумеется, выбранная общая тема должна быть интересной для всех членов кружка. Как показывает опыт, это осуществить нетрудно.

Таким образом, под методом коллективного творчества мы понимаем такой метод, когда в кружке есть только общая тема работы (одна или несколько). При этом весь коллектив, независимо от возраста кружковцев и уровня их радиотехнической подготовки, объединяется на решение одной общей задачи. При коллективной творческой разработке какой-либо конструкции и при практическом осуществлении замысла каждый кружковец вносит свой вклад в общее дело в соответствии со своими возможностями. Большая или маленькая работа — в быстром завершении начатого дела заинтересованы все члены кружка, так как в этом деле есть частица их труда.

Иногда считают, что при такой организации работы в кружке не будут видны заслуги каждого. При правиль-

ной организации работы в кружке это исключено. У руководителя кружка имеются большие возможности для поощрения лучших учащихся: объявление благодарностей приказом директора, вручение похвальных грамот, ценных подарков (радиотехническая литература, радиодетали и др.), присвоение спортивных радиолюбительских разрядов и др.

Для поощрения учащихся в армавирской школе № 6, например, практикуется уже много лет так называемый подвижной список. Это список, в котором все кружковцы перечисляются в порядке степени их участия, доли затраченного труда в общем деле. Под затраченным трудом понимается вся деятельность учащегося в кружке: участие в разработке схем, конструкций, непосредственное выполнение работы с учетом ее сложности, участие в мероприятиях, проводимых силами кружка (конкурсы, вечера физики), и др. Подвижной список периодически составляет руководитель кружка.

Наличие такого списка в кружке служит для учащихся хорошим стимулом в работе, а руководителю облегчает решение вопроса о поощрении учащихся в любое время. Например, в 1963 г. Выставка достижений народного хозяйства запросила фамилии шести лучших кружковцев из девятнадцати, принимавших участие в коллективном изготовлении конструкций, демонстрировавшихся на выставке, для награждения медалями «Юный участник ВДНХ». В адрес ВДНХ был послан список фамилий кружковцев, которые в подвижном списке значились первыми.

Применяя метод коллективной творческой деятельности в кружковой работе, можно в самые короткие сроки осуществить замысел. Это очень важно для поддержания постоянного интереса кружковцев к работе.

Известно много случаев, когда в кружке берутся делать какую-либо сложную конструкцию и работа по ее завершению настолько затягивается, что у кружковцев теряется интерес к ней, и начатое дело в конце концов оказывается незаконченным. При этом резко снижается активность учеников, ибо они теряют веру в получение результата и часто покидают кружок.

Коллективная творческая деятельность в кружке исключает такие случаи. Важно только, чтобы руководитель кружка правильно оценил свои силы и силы

кружковцев, а также материальные возможности кружка. Успешность работы — это важный фактор поддержания неослабной творческой активности учащихся.

Рассмотрим более подробно, как протекал процесс коллективной творческой деятельности учащихся при создании обучающей машины ОМ-2 в армавирской школе № 6.

В конце 1962/63 учебного года всем кружковцам было предложено продумать и в письменной форме ответить на вопрос: «Что вы предлагаете сконструировать в кружке в 1963/64 учебном году?»

Большинство кружковцев предложило конструировать новую обучающую машину с определенными заданными качествами, которыми она должна обладать. Вот некоторые предложения.

Владимир Н. предлагает сделать машину, которая давала бы наводящие вопросы. Святослав Х. считает, что машина должна сама давать ответ на вопрос в том случае, если отвечающий ошибается. Александр Т. предлагает выставлять оценку с учетом взятых отвечающим наводящих вопросов и т. д.

В 1963/64 учебном году в кружке было 13 учащихся VIII—XI классов. Разный возраст и разный уровень радиотехнической подготовки, а цели общие. На первом занятии был подведен итог поданным предложениям и составлен план работы кружка на учебный год. Главное место в плане работы было, конечно, отведено конструированию новой обучающей машины, которую назвали ОМ-2. На этом занятии уже начинается коллективное творчество учащихся, обсуждаются и делаются наброски схем отдельных частей ОМ-2.

На следующих занятиях эта работа продолжается. Все предложения учащихся об отдельных качественных показателях ОМ-2 и ее конструктивном решении подвергаются обсуждению, вырабатывается общее мнение. Например, решали вопрос о том, как ОМ-2 должна давать отвечающему наводящие вопросы, Вначале решили, что через одну треть положенного на ответ времени будет появляться первый наводящий вопрос, а еще через одну треть — второй наводящий вопрос. Владимир Н. заявил, что незачем отвечающему давать наводящий вопрос, если он в этом не нуждается. Может быть, ему просто нужно время подумать, и предложил поставить

лампы наводящих вопросов, которые будут загораться также через одну треть времени на несколько секунд. Если отвечающий нажмет соответствующую кнопку, то ОМ-2 не даст наводящего вопроса.

По предложению Николая К. лампа, указывающая на то, что первый наводящий вопрос можно взять, должна загораться одновременно с даваемым вопросом. Он считает, что отвечающий сразу может оценить, знает он ответ на поставленный вопрос или нет, и если нет, то, не теряя времени, сразу возьмет наводящий вопрос. Александр Т. и Владимир П. считают, что ОМ-2 должна предупредить о том, что поступит следующий вопрос, и с этой целью предлагают установить реле времени, которое за 15 секунд предупреждает отвечающего о том, что время на ответ истекает.

Каждое занятие заканчивается тем, что подводятся итоги всем творческим поискам и конкретно выявляются те вопросы, которые надо еще решить. Кружковцы уходят домой с определенными заданиями, над разрешением которых они должны подумать, при этом воспользоваться радиотехнической литературой, справочниками. Если у кружковцев возникает какое-нибудь предложение по конструктивному решению отдельных частей схемы ОМ-2, то они, не дожидаясь положенного времени занятий, обращаются к руководителю кружка за подтверждением правильности их замысла, и здесь возникают незапланированные дискуссии по волнующим всех вопросам.

С целью еще большей активизации творческой деятельности учащихся в кружке был объявлен конкурс на лучшие схемы реле времени для ОМ-2. Все кружковцы подали предложения. Лучшие схемы реле времени использованы в ОМ-2.

На очередном занятии опять обсуждаются все поступившие предложения, выясняется вопрос о том, что еще нужно сделать, какие части ОМ-2 между собой не согласуются. И так продолжалось более двух месяцев, пока окончательно не был реализован творческий замысел в виде чернового наброска схемы. А далее — решающая фаза творческого процесса — материальное воплощение творческого замысла.

При изготовлении ОМ-2, как и при изготовлении любой другой конструкции, есть возможность дать учащим-

ся самую различную по своей сложности работу. Более опытные кружковцы получают самую сложную работу, однако они образцово выполняют и любую черновую работу, если этого требуют интересы коллектива. Несмотря на относительную сложность конструкции ОМ-2, работа по ее изготовлению была закончена в течение 4 месяцев.

При описанной выше организации творческой деятельности в кружке недостатка в активности, инициативе кружковцев нет. Эту активность руководителю кружка приходится сдерживать. Учащиеся часто предлагают сделать так много реальных, вполне осуществимых конструкций, что руководитель кружка (учитель) физически не в состоянии нести такую большую нагрузку.

## § 2. Тематика работ в кружке

Темы работ в радиофизическом кружке должна подсказать сама жизнь, и характерным для них должна быть общественно полезная направленность. Точнее, тему работ в кружке определяют: потребность самого кружка в аппаратуре, в каких-либо устройствах, потребность в наглядных пособиях, приборах для физического кабинета школы и для школы вообще; потребность в каких-то радиоустройствах для шефствующего предприятия и т. д.

Удовлетворение этих потребностей не должно преследовать только потребительские цели, оно должно отвечать задачам развития творческих способностей учащихся в кружке. Например, в армавирской школе № 6 нужно было усиливать речь на линейках во дворе школы. Можно было приспособить для этих целей ламповый усилитель низкой частоты мощностью 25 вт или сделать новый усилитель по этой схеме, но меньших размеров и мощности. Однако коллектив кружка решил сконструировать усилитель низкой частоты специально для этих нужд не на лампах, а на транзисторах. Поставленная задача была выполнена. Усилитель демонстрировался в 1961 г. на краевой выставке творчества радиолюбителей Кубани и удостоен диплома 1-й степени.

При эксплуатации усилителя низкой частоты школьники заметили ряд недостатков, устранив которые они пришли к совершенно новой конструкции. Усилитель демонстрировался на XIX Всесоюзной радиовыставке в

Москве в 1963 г. и вместе с другой аппаратурой был удостоен диплома 1-й степени и приза журнала «Юный техник».

Творческие поиски кружковцев продолжались и завершились изготовлением усилителя низкой частоты (см. рис. 50), который на краевой выставке творчества радиолюбителей Кубани в 1966 г. был удостоен диплома 1-й степени.

В 1962 г. для шефствующей над школой Армавирской музыкальной фабрики коллектив кружка сконструировал автоматический регулятор температуры для сушильной камеры (см. рис. 54). Он был принят к эксплуатации. БРИЗ фабрики выдал кружку удостоверение на рационализаторское предложение. В 1965 г. Армавирская музыкальная фабрика обратилась к коллективу кружка с просьбой изготовить для них еще три автоматических регулятора температуры на три сушильные камеры. Когда до сведения коллектива кружка был доведен заказ фабрики, то у учащихся возникла мысль — нельзя ли сконструировать один автоматический регулятор температуры на три сушильных камеры. Творческие поиски коллектива завершились конструированием автоматического регулятора температуры АРТ-3 (см. рис. 55), за который кружок получил от БРИЗа музыкальной фабрики удостоверение на рационализаторское предложение.

Такая тематика работ, отличающаяся общественно полезной направленностью, всегда интересует и увлекает кружковцев, и, как правило, не требуется никаких специальных приемов для возбуждения у школьников интереса. Учащиеся получают большое удовлетворение от самой работы и еще большее — от ее результатов.

Для поиска тем занятий в кружке иногда очень полезными оказываются экскурсии на производство. Так, у коллектива нашего кружка возникла идея о создании автомата управления компрессором после экскурсии на швейную фабрику. Замысел был осуществлен. БРИЗ швейной фабрики выдал кружку удостоверение на рационализаторское предложение.

Тематика творческих работ учащихся в кружке в большинстве случаев определяется также познаниями в области радиотехники руководителя кружка. Если руководитель кружка соглашается на тематику, область радиотехники которой ему незнакома, в надежде на поз-



нания учеников он делает ошибку. Во-первых, руководитель кружка здесь перестает быть руководителем. Во-вторых, и это самое опасное, работа может быть не завершена, так как руководитель из-за своей неосведомленности не будет в состоянии гарантировать осуществление замысла.

Все это, однако, не означает, что темой творческой работы радиофизического кружка не может быть та, в области которой руководитель мало осведомлен. Соблюдая осторожность в смысле оценки своих сил, руководитель кружка может принять решение заняться незнакомой областью радиотехники с целью ее освоения. Это очень хорошо тем, что вызывает повышенный интерес к работе со стороны кружковцев. Начинающему руководителю радиофизического кружка необходимо самому проделать то, что предлагается для начинающего радиолюбителя в главе I этой книги. В дальнейшем необходимо систематически повышать свой теоретический и практический уровень путем чтения радиотехнической литературы и сборки (силами кружковцев) все более и более сложных радиотехнических устройств с обязательным участием в их налаживании.

### ГЛАВА III

## НЕКОТОРЫЕ КОНСТРУКЦИИ РАДИОФИЗИЧЕСКОГО КРУЖКА

### § 1. Серия приемников начинающего радиолюбителя (НР): НР-3, НР-4, НР-5

Первыми конструкциями начинающего радиолюбителя являются, как правило, приемники прямого усиления на транзисторах.

Во многих схемах приемников прямого усиления, опубликованных в журналах «Радио» и брошюрах (например, Л. И. Светлаков. «Справочник по малогабаритным радиоприемникам». М., Изд-во ДОСААФ, 1966), конструкторы стремились сделать приемник из наименьшего числа деталей, в основном за счет уменьшения числа конденсаторов и резисторов.

Эти приемники обладают серьезными недостатками, которые заключаются в следующем:

1. Каскады усиления низкой или высокой частоты работают хорошо, если режим работы транзисторов будет правильно установлен.

В вышеуказанных приемниках режим работы для каждого транзистора подбирается отдельно. Для подбора режима работы транзистора необходимо наличие у радиолюбителя опыта и приборов. Но ни того, ни другого у начинающих радиолюбителей обычно нет. По этой причине они часто бывают бессильны заставить работать собранный приемник.

2. Взаимозаменяемость транзисторов отсутствует. При замене транзисторов в приемнике необходимо снова подбирать их режим работы.

3. Стабильность работы приемников низка.

Нами разработана серия приемников прямого усиления: НР-3, НР-4 и НР-5, которые не имеют этих недостатков и обладают следующими достоинствами:

1. Режимы работы транзисторов не меняются при смене транзисторов.

2. Приемники работают при любых годных транзисторах данного типа, т. е. с любым  $\beta$ .

3. Работа транзисторов всех каскадов отличается высокой стабильностью.

4. Схемы приемников позволяют использовать в выходном каскаде любой абонентский громкоговоритель без всякой переделки.

5. Если приемник собран по схеме правильно, то он начинает работать сразу. Дальнейшая подстройка не требует измерительных приборов.

Начинающему радиолюбителю мы предлагаем простую схему приемника НР-3 (рис. 41), работающего в средневолновом диапазоне. Он состоит из двух каскадов усиления высокой частоты на транзисторах  $T_1$  и  $T_2$  и трех каскадов усиления низкой частоты на транзисторах  $T_3—T_5$ . Каскады собраны по схеме с общим эмиттером с реостатно-емкостной связью. Выходной каскад допускает подключение к точкам *a* и *b* любого абонентского громкоговорителя без всякой переделки. В этом случае резисторы  $R_{20}$ ,  $R_{21}$  и  $R_{22}$  в выходном каскаде должны иметь сопротивления соответственно 10 ком, 4,7 ком и 1 ком. Ток коллектора выходного каскада составит 1 ма, мощность каскада не превысит 2 мвт. Мощность выходного каскада можно увеличить, если увеличить ток коллектора и изменить соотношение между числами витков первичной и вторичной обмоток трансформатора  $Tr$ . Расчеты показывают, что для получения выходной мощности 20 мвт необходимо увеличить ток коллектора транзистора  $T_5$  до 16 ма, а трансформатор  $Tr$  перемотать следующим образом: снять обмотки и намотать обмотку I проводом ПЭЛ-0,23 (500 витков), а обмотку II проводом ПЭЛ-0,51 (64 витка). Если окно сердечника трансформатора окажется малым и указанные обмотки не поместятся, то можно намотать 400 витков и 52 витка соответственно. После переделки трансформатора резисторы  $R_{20}$ ,  $R_{21}$  и  $R_{22}$  должны быть взяты на 3,6 ком, 2 ком и 30 ом соответственно. Транзисторы  $T_1$  и  $T_2$  типа П401—П403 или им подобные, высокочастотные. Транзисторы  $T_3—T_5$  типа П13—П15 или им подобные, низкочастотные. Диод  $D$  типа Д2, Д9. Ферритовый стержень Ф-600 длиной 120 мм. Катушка  $L_1$  имеет 140 витков провода ПЭЛ-0,15, катушка  $L_2$  имеет 10 витков провода ПЭЛ-0,15. Конденсатор  $C_1$  типа КПК-2 любого номинала.

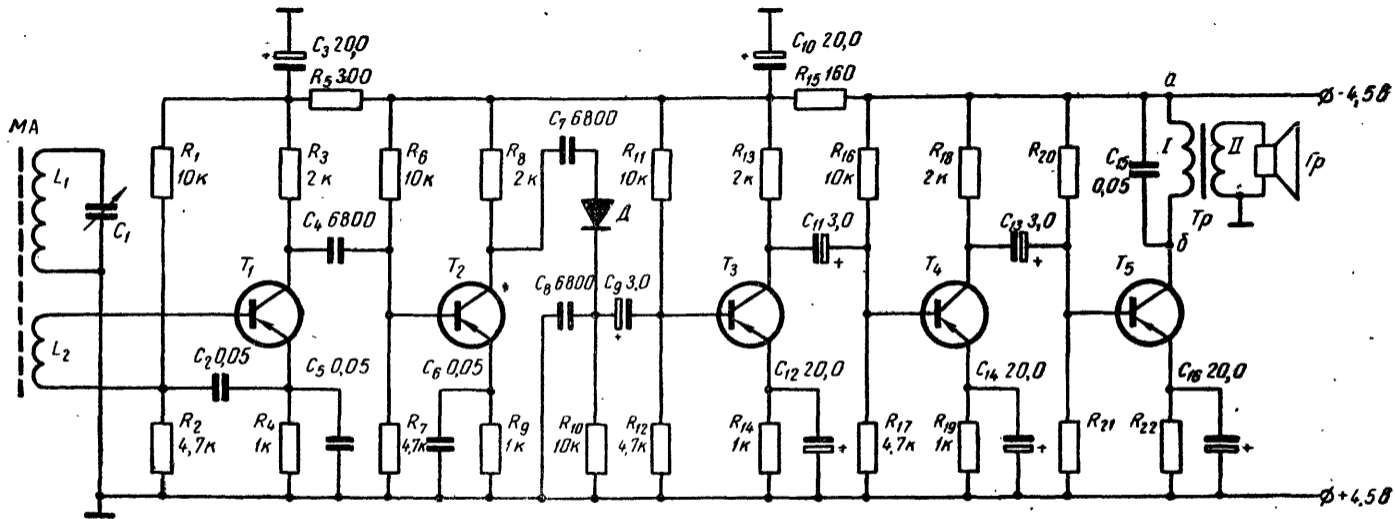


Рис. 41.

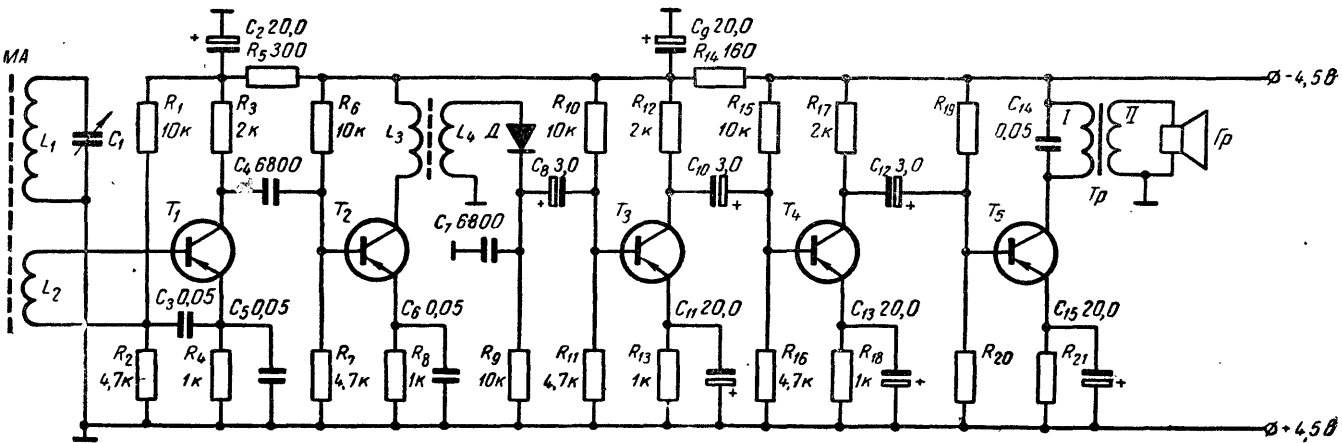


Рис. 42.

Приемник НР-4 (рис. 42) отличается от приемника НР-3 тем, что второй каскад усиления высокой частоты с реостатно-емкостной связью на транзисторе  $T_2$  заменен каскадом усиления высокой частоты с трансформаторной связью. Это улучшило согласование второго каскада усилителя высокой частоты с детекторным каскадом, повысило общее усиление и чувствительность приемника. Катушки  $L_3$  и  $L_4$  имеют 25 и 75 витков соответственно провода ПЭЛ-0,12. Они намотаны на ферритовом кольце Ф-2000 с внешним диаметром 7 мм.

Если в распоряжении радиолюбителя не окажется ферритового кольца с указанными данными, а будет какое-либо иное, то и числа витков катушек  $L_3$  и  $L_4$  должны быть также другими.

Удовлетворительные результаты дает следующий способ подбора оптимального числа витков катушек  $L_3$  и  $L_4$ . Вначале на любое из взятых колец надо намотать вышеуказанные числа витков и добиться приема радиовещательных станций. Затем вместо 25 витков катушки  $L_3$  намотать с отводами 40 или 60 витков и закрепить кольцо на монтажной плате. Подобрать число витков катушки  $L_3$ , при котором получается наибольшая громкость принимаемой радиовещательной станции. Изменить число витков катушки  $L_4$  так, чтобы оно было в три раза больше, чем в катушке  $L_3$ .

Приемник НР-5 (рис. 43) отличается от приемника НР-4 тем, чем в нем добавлен еще один каскад усиления низкой частоты и третий развязывающий фильтр.

К числу достоинств приемников типа НР следует еще отнести крайнюю недефицитность используемых в нем деталей. Приемник вместе с питанием — батарея КБС-Л-0,50, помещается в футляр абонентского громкоговорителя. Напряжения на электродах транзисторов приемника НР-4 указаны в таблице 1 (напряжение питания  $E=4,1$  в).

Таблица 1

Электрод транзистора	Напряжения на электродах транзисторов, в				
	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$	$T_5$
Коллектор	1,8	3,6	1,9	2,0	3,8
База	0,9	1,0	1,0	1,1	0,7
Эмиттер	0,7	0,8	0,9	1,0	0,5

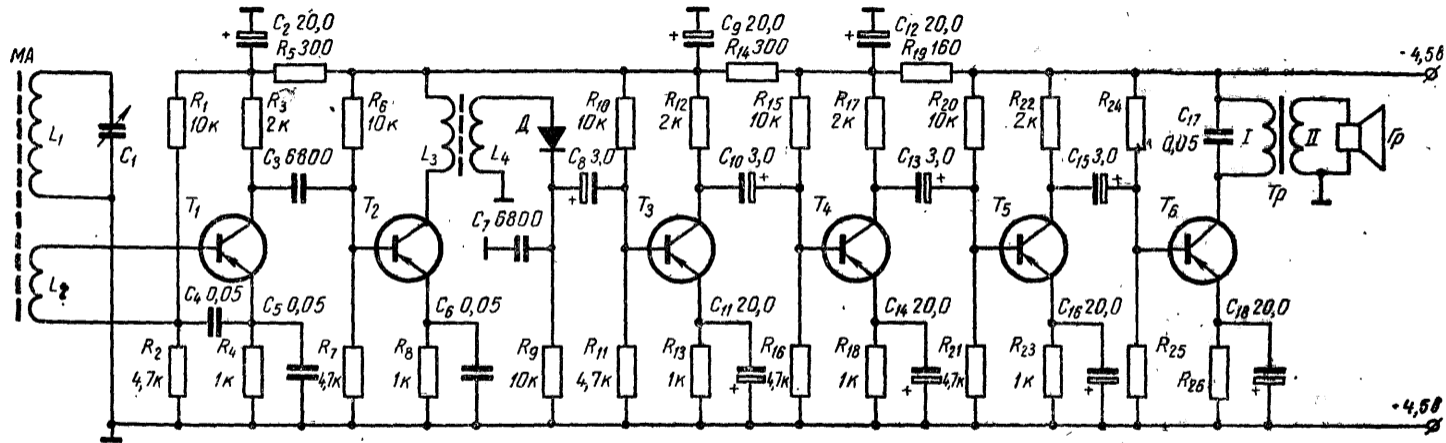


Рис. 43.

## Подстройка приемников

Наивыгоднейшее число витков катушки  $L_1$  всех приемников НР подбирается так, как это указано в главе I, § 3 (10-е занятие).

Качество работы приемников НР-4 и НР-5 во многом зависит от положения ферритового кольца с катушками  $L_3$  и  $L_4$  относительно ферритового стержня. Кольцо желательно расположить на маленьком поворачивающемся диске (из текстолита, гетинакса и др.) и не близко от стержня, но в той стороне, где находится катушка  $L_2$ . Между катушкой  $L_3$  и колебательным контуром  $L_1 C_1$  должна быть обратная связь. Она может быть положительной, и тогда громкость принимаемой радиовещательной станции увеличивается (повышается чувствительность приемника), или отрицательной, и тогда громкость принимаемой станции ослабляется (уменьшается чувствительность приемника). Такая положительная обратная связь, кроме увеличения чувствительности, повышает еще избирательность приемника, т. е. его способность отстраиваться от соседних станций. Отрицательная же обратная связь уменьшает чувствительность и избирательность приемника. Кажется, что это плохо, однако высококачественный прием можно получить именно в этом случае.

Положительная и отрицательная обратные связи между катушкой  $L_3$  и колебательным контуром  $L_1 C_1$  могут быть получены на слух поворотом вокруг оси диска, на котором расположено ферритовое кольцо.

Чаще всего наиболее желательной оказывается положительная обратная связь. Ее можно получить так. Настроить приемник на самую громкую радиовещательную станцию и потом поворачивать кольцо до появления самовозбуждения приемника. Затем немного повернуть кольцо назад до положения, когда самовозбуждение приемника при настройке на эту станцию не возникает. Если самовозбуждение вообще не возникает при повороте кольца, то надо изменить положение катушки  $L_2$  на стержне (перевернуть ее или приблизить к катушке  $L_1$ ) или изменить положение ферритового кольца относительно стержня. Приемник не будет нормально работать, если катушка  $L_2$  будет находиться со стороны заземленного конца катушки  $L_1$ .



## § 2. Серия приемников РИО (радиолюбителя, имеющего опыт): РИО-1, РИО-2, РИО-3, РИО-4

Приемники РИО-1 (рис. 44) и РИО-2 (рис. 45) — это усовершенствованные приемники НР-4 и НР-5. Усовершенствование, как указывалось в главе I, § 4 (11-е занятие), заключается в упрощении схемы приемников применением непосредственной связи между каскадами усиления высокой и низкой частоты.

В приемниках РИО-3 (рис. 46) и РИО-4 (рис. 47) высокочастотные части такие же, как и в приемниках РИО-1 и РИО-2. Выходные каскады приемников РИО-3 и РИО-4 собраны по специально рассчитанной бестрансформаторной схеме. Подробно о работе такого выходного каскада сказано в главе I, § 4 (12-е занятие). Транзисторы  $T_3, T_4$  и  $T_7$  в приемнике РИО-3 и  $T_3, T_4, T_5$  и  $T_8$  в приемнике РИО-4 любые низкочастотные *p-n-p* типа. Транзисторы  $T_5$  и  $T_6$  в приемнике РИО-3 и  $T_6, T_7$  в приемнике РИО-4 любые низкочастотные *n-p-n* типа.

В выходных каскадах этих приемников могут работать транзисторы с разными параметрами, однако желательно брать транзисторы  $T_4$  и  $T_5$  (в приемнике РИО-3) с одинаковыми параметрами (начальный ток коллектора, коэффициент усиления  $\beta$  и др.). Это же касается транзисторов  $T_6$  и  $T_7$ .

В приемнике РИО-4 по сравнению с приемником РИО-3 на один каскад усиления низкой частоты больше. Выходная мощность обоих приемников составляет 100 мвт при сопротивлении катушки громкоговорителя 6 ом. В этих приемниках введена регулировка громкости на резисторе  $R_7$  переменного сопротивления. Вид со стороны монтажа приемника РИО-3 показан на рисунке 48.

Приемники располагаются в футляре абонентского громкоговорителя. Размеры монтажной платы приемника определяются размерами футляра. У нас они составляют 15,5×6,5 см.

Приемники серии РИО требуют умения их налаживать. Налаживанию подлежат каскады усилителей низкой частоты с непосредственной связью. Рассмотрим, как это делается, на примере приемника РИО-1 (см. рис. 44).

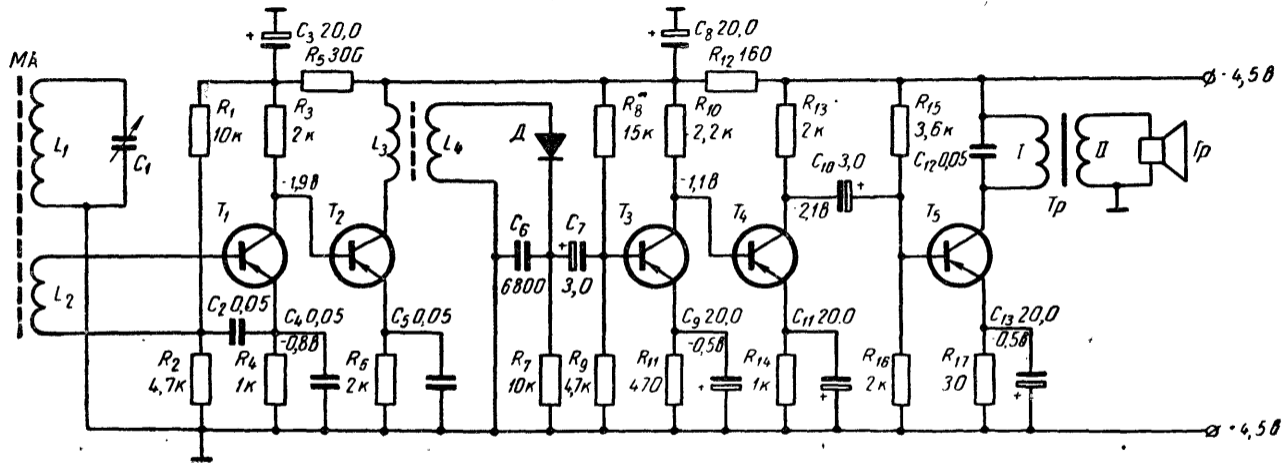


Рис. 44.

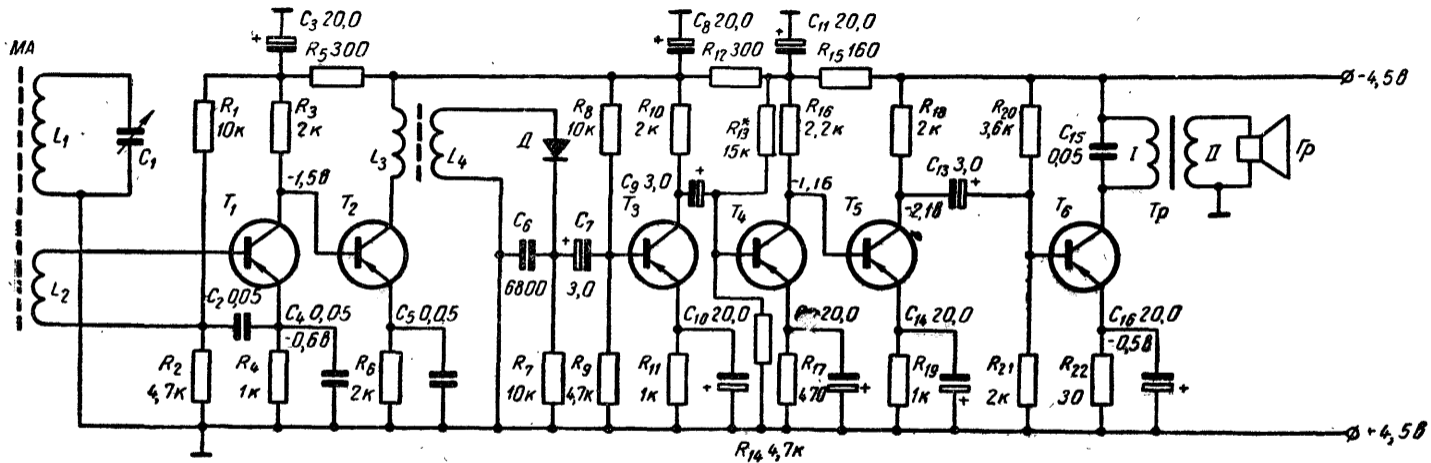


Рис. 45.

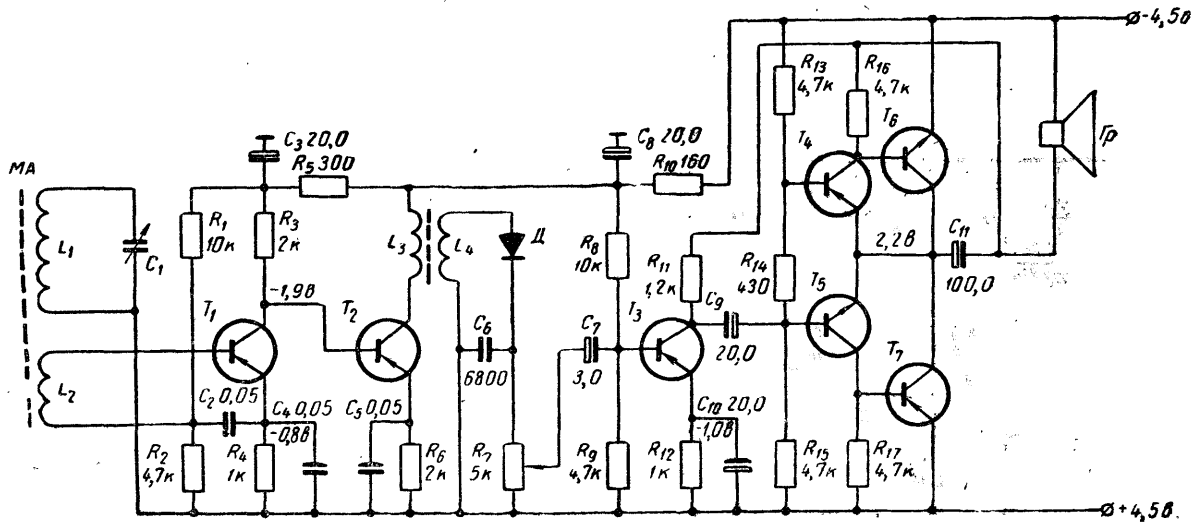


Рис. 46.

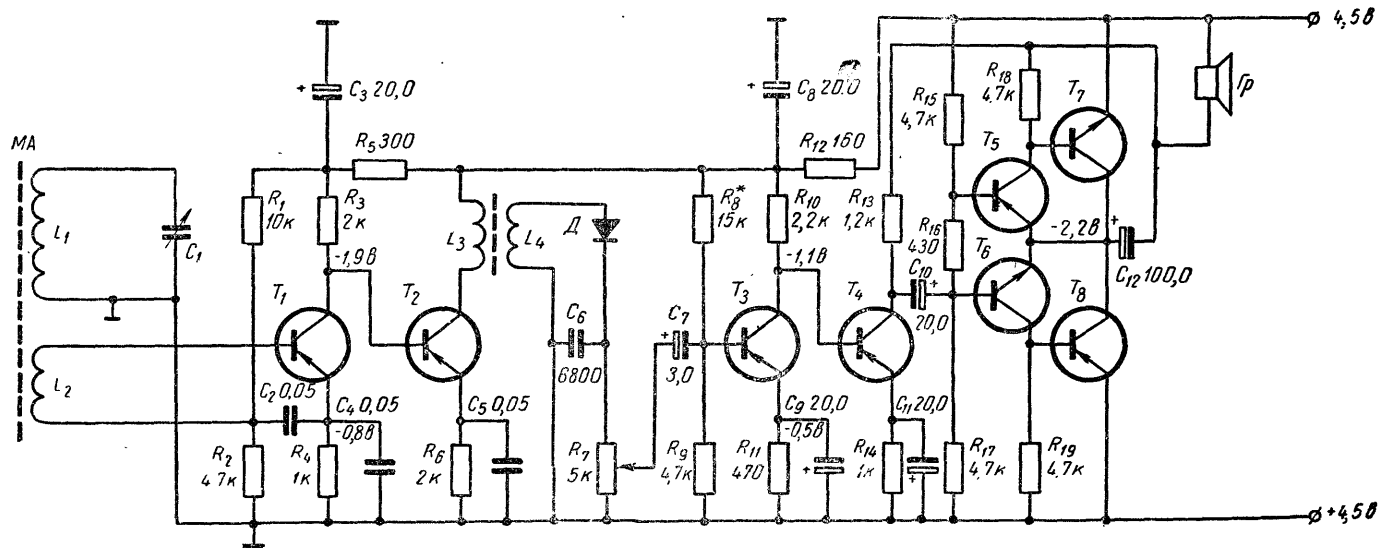


Рис. 47.

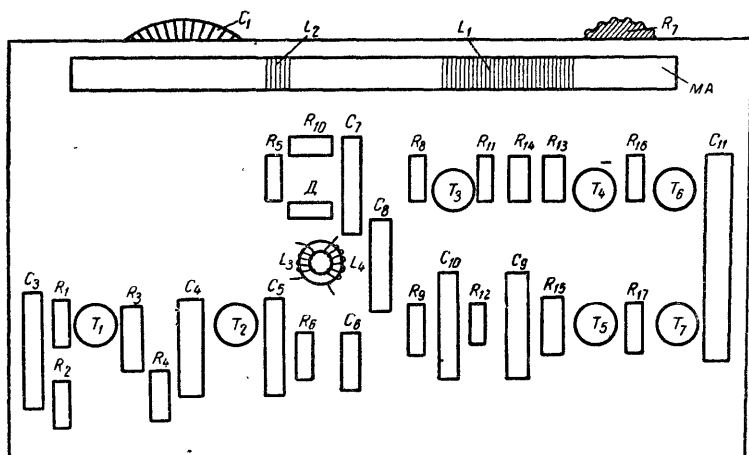


Рис. 48.

Изменением сопротивления резистора  $R_8$  надо добиться, чтобы на коллекторе транзистора  $T_3$  было напряжение 1,1 в. После этого напряжение на коллекторе транзистора  $T_4$  может быть сразу таким, как указано в схеме. Если этого не случилось, то изменением сопротивления резистора  $R_{13}$  добиться, чтобы на коллекторе транзистора  $T_4$  было напряжение 2,1 в.

Подстройка приемников производится так же, как и приемников серии НР.

### § 3. Переносный усилитель низкой частоты на транзисторах

Предназначен для усиления речи на торжественных линейках, сборах и соревнованиях во дворе школы, на площадях и стадионах, при массовых выездах за город. Частотная характеристика усилителя равномерна в диапазоне 80—6000 гц. Выходная мощность 4 вт при напряжении на входе усилителя 3 мв. Усилитель имеет 7 каскадов (рис. 50).

Первый каскад на транзисторе  $T_1$  собран по схеме с общим коллектором, обладающей большим входным сопротивлением. Это дает возможность подключать к входу усилителя микрофоны типа МД-41, МД-47, которые рассчитаны на высокоомную нагрузку.

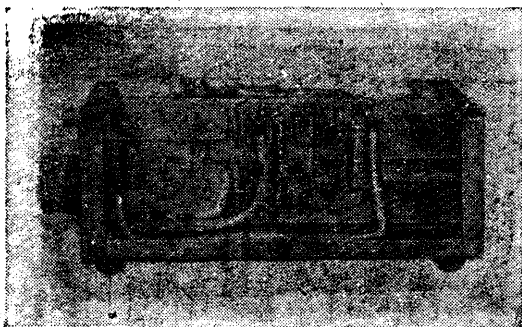


Рис. 49.

Второй и третий каскады на транзисторах  $T_2$  и  $T_3$  собраны по схеме с общим эмиттером. В цепи эмиттера транзистора  $T_2$  на резисторе  $R_6$ , не зашунтированной емкостью конденсатора, создается напряжение отрицательной обратной связи. Оно улучшает частотные свойства усилителя и предотвращает его самовозбуждение.

Четвертый каскад на транзисторе  $T_4$  собран по схеме с общим коллектором, а пятый — на транзисторе  $T_5$  по схеме с общим эмиттером. Связь между этими двумя каскадами непосредственная.

Шестой каскад на транзисторах  $T_6$ ,  $T_7$  и седьмой — выходной каскад на транзисторах  $T_8$ ,  $T_9$  работают по двухтактной схеме в режиме класса В. Выходной каскад собран по бестрансформаторной схеме и работает на нагрузку, которой является сопротивление катушки громкоговорителя  $G_r$ . Регулировка громкости осуществляется резистором  $R_9$  переменного сопротивления.

Усилитель вместе с питанием размещается в металлической коробке размером  $23 \times 15 \times 9$  см. Вес его составляет 2,1 кг. Внешний вид усилителя показан на рисунке 49. Первые три каскада усилителя расположены в отдельном отсеке шасси.

Транзисторы  $T_1$ — $T_3$  типа П13Б (малошумящие),  $T_4$  и  $T_6$  типа П14,  $T_5$  типа П25,  $T_7$  типа П10,  $T_8$  и  $T_9$  типа П201А. Транзисторы  $T_8$  и  $T_9$  имеют теплоотводы в виде изогнутых медных пластин толщиной 1,5 мм и площадью  $60$  см<sup>2</sup>. В качестве громкоговорителя использован один из

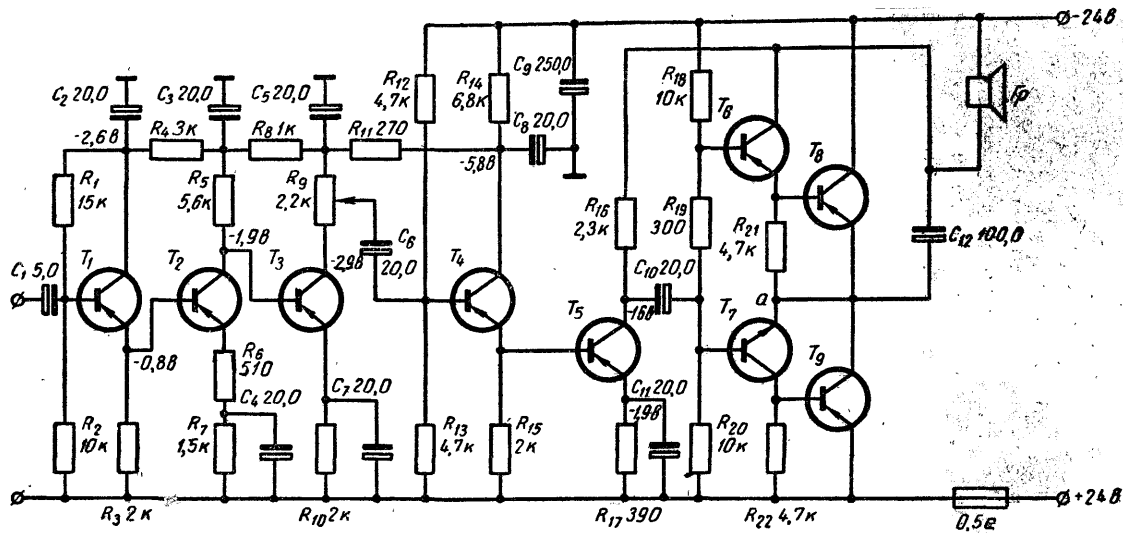


Рис. 50.



последовательно соединенных громкоговорителей акустического агрегата 25А-13 от школьного киноаппарата «Украина». Второй громкоговоритель закорачивается специальным выключателем, установленным на самом громкоговорителе. Сопротивление громкоговорителя на частоте 1000 гц равно 15 ом.

Налаживание усилителя надо начинать с предвыходного каскада. Транзисторы  $T_6$  и  $T_7$  должны иметь одинаковые параметры. Это же относится и к транзисторам  $T_8$  и  $T_9$ . Вначале в усилитель надо поставить только транзисторы  $T_6$  и  $T_7$ . Измерить напряжение в точке *a* (рис. 50). Оно должно быть равно половине напряжения питания. Потом подключить транзисторы  $T_8$  и  $T_9$ . Напряжение в точке *a* не должно измениться. Далее поставить транзистор  $T_4$  и делать все так, как сказано в главе I, § 4 (11-е занятие) о налаживании каскадов усилителей с непосредственной связью, пока не будут подключены все транзисторы.

Усилитель питается от шести батарей КБС-Л-0,50, соединенных последовательно. Средний потребляемый усилителем ток составляет 230 ма при напряжении питания 24 в. Ток покоя равен 25—30 ма.

#### § 4. Звуковой генератор на транзисторах

При отсутствии в радиофизическом кружке звукового генератора заводского изготовления для проверки работы усилителей низкой частоты может быть использован

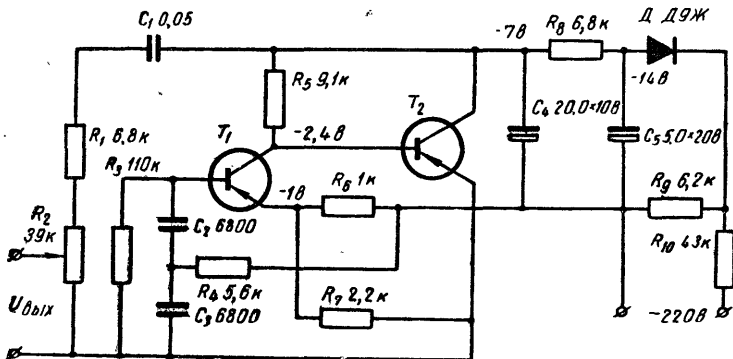


Рис. 51.

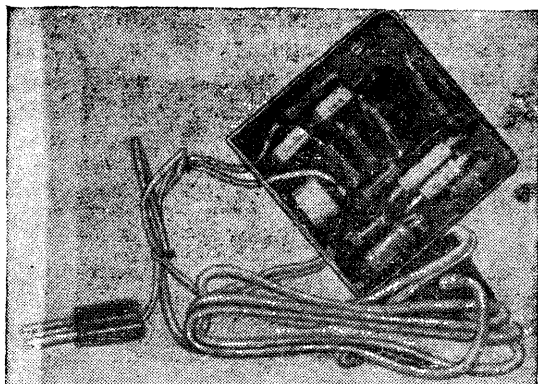


Рис. 52.

простой звуковой генератор на транзисторах. Он представляет собой  $RC$  генератор с фиксированной частотой 1000 гц, собранный на транзисторах  $T_1$  и  $T_2$  типа П13—П15 (рис. 51). Он смонтирован на пластинке из текстолита (рис. 52) и помещен в металлическую коробку размером  $2 \times 7 \times 7$  см.

Генератор устойчиво работает на нагрузку любого сопротивления при изменении напряжения в сети от 100 до 250 в. Сигнал правильной синусоидальной формы можно получить изменением величины сопротивления резистора  $R_7$ . Максимальное выходное напряжение на нагрузке 1 ком равно 0,1—0,3 в при изменении напряжения сети от 100 до 250 в. В качестве источника питания генератора можно использовать батарею КБС-Л-0,50.)

Генератор, как правило, начинает работать сразу и налаживания не требует. Однако, если генерация не возникает, следует изменить величину сопротивления резистора  $R_7$  или заменить транзисторы.

### § 5. Автоматический регулятор температуры

Одним из главных параметров различных технологических процессов современного производства является температура. От точности поддержания заданной температуры часто зависит качество выпускаемой продукции.

Регулирование температуры вручную экономически не выгодно и не всегда надежно. В связи с этим возникает необходимость автоматического регулирования температуры.

Автоматический регулятор температуры (АРТ) предназначен для автоматического поддержания заданной температуры в пределах  $30-80^{\circ}\text{C}$  в жидкой или газообразной среде с точностью  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  при совместной работе с электрическим исполнительным механизмом типа ИМИ-П.

ИМИ-П представляет собой многооборотный электрический исполнительный механизм, состоящий из трехфазного двигателя и редуктора (рис. 53). Трехфазный двигатель управляется реверсивным магнитным пускателем. Выходной вал ИМИ-П делает один оборот за 4 сек и может быть соединен, например, с вентилем паропровода. Число оборотов выходного вала может быть установлено от 4 до 14.

Принципиальная схема АРТ приведена на рисунке 54. Датчиком АРТ является термосопротивление ТС типа ММТ-4 с сопротивлением  $1,5\text{ ком}$ , которое включено в электрический мост, образованный резисторами  $R_1, R_2, R_3, R_4$  и ТС. Термосопротивление ТС при помощи шнура вводится в среду, температура которой регулируется. Температура среды задается резистором  $R_3$  переменного сопротивления. С диагонали моста напряжение подается на вход двухтактного усилителя постоянного тока, собранного на транзисторах  $T_1-T_4$ . При температуре среды выше заданной более чем на  $1^{\circ}\text{C}$  на базу транзистора  $T_1$  подается отрицательное напряжение. Ток, протекающий по участку база-эмиттер этого транзистора, усиливается двухкаскадным усилителем на транзисторах  $T_1$  и  $T_3$  до величины, при которой реле  $P_1^{\text{В}}$

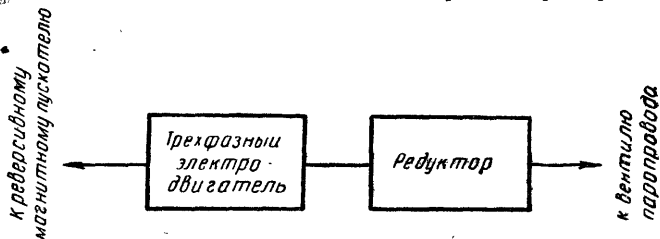


Рис. 53.

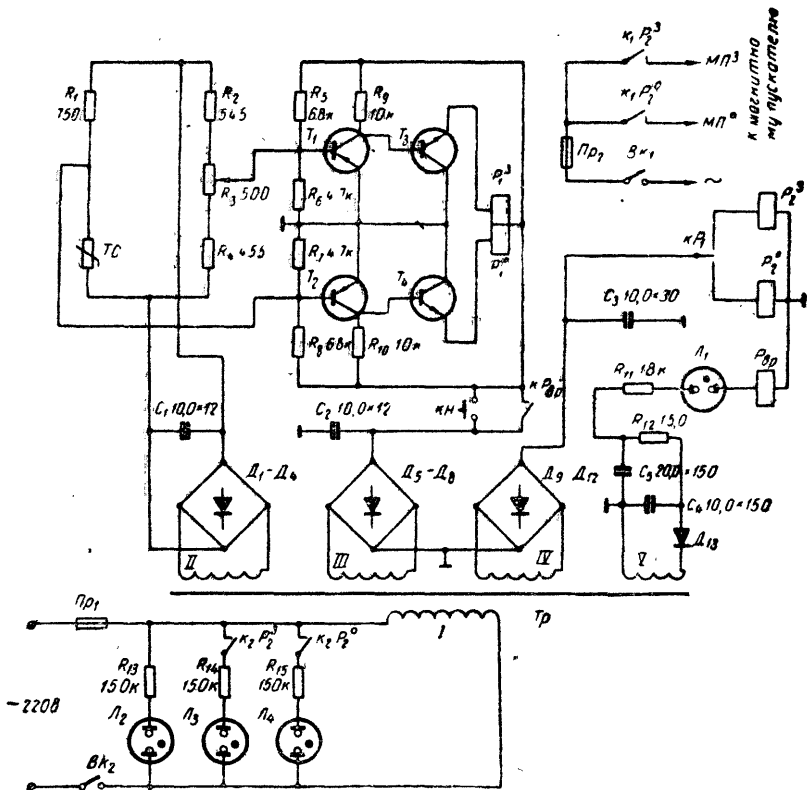


Рис. 54.

(на выходе усилителя) срабатывает. Это реле своими контактами  $КP_1$  замыкает цепь промежуточного реле  $P_2^3$ , которое контактами  $к_1 P_2^3$  замыкает цепь реверсивного магнитного пускателя, включающего ИМИ-П на закрытие вентиля паропровода.

Если температура в среде будет ниже заданной более чем на  $1^{\circ}\text{C}$ , то отрицательное напряжение с диагонали моста подается на базу транзистора  $T_2$ . В этом случае срабатывает реле  $P_1^0$ , которое своими контактами  $КP_1$  замыкает цепь промежуточного реле  $P_2^0$ , а последнее контактами  $к_1 P_2^0$  замыкает цепь реверсивного

магнитного пускателя, включающего ИМИ-П на открытие вентиля паропровода.

В случае же, когда температура среды равна заданной температуре или отличается, но не более чем на  $1^{\circ}\text{C}$ , реле  $P_1^3$  и  $P_1^0$  не срабатывают и никакого изменения в положении вентиля паропровода не происходит.

Для плавного регулирования температуры в среде в АРТ имеется реле времени, состоящее из неоновой лампы  $L_1$ , резисторов  $R_{11}$ ,  $R_{12}$ , конденсатора  $C_5$  и реле  $P_{вр}$ , контакты которого замыкаются через каждые 4 мин на 1 сек. Следовательно, только на 1 сек (через контакты  $kP_{вр}$ ) подается напряжение питания на усилитель постоянного тока. При этом, если температура отличается от заданной более чем на  $1^{\circ}\text{C}$ , выходной вал ИМИ-П и вентиль паропровода поворачиваются только на  $1/4$  оборота, увеличивая или уменьшая подачу пара.

Лампы  $L_2—L_4$  сигнальные. Лампа  $L_2$  загорается при включении АРТ. Лампы  $L_3$  и  $L_4$  загораются только при срабатывании реле  $P_2^3$  и  $P_2^0$  (на 1 сек), указывая на то, что температура в среде отличается от заданной. Над этими лампами, выведенными на лицевую панель, написано: «Температура выше», «Температура ниже». Кнопка *кн* служит для контроля работы АРТ. При нажатии на нее подается напряжение на усилитель постоянного тока.

Транзисторы  $T_1$  и  $T_2$  типа П13—П15, а  $T_3$  и  $T_4$  типа П9—П11. Диоды  $D_1—D_{12}$  типа Д7Б, диод  $D_{13}$  типа Д7Ж. Реле  $P_1^3$  и  $P_1^0$  — это одно реле  $P_1$  типа РП-5 с двумя обмотками сопротивлением 2900 ом каждая. Реле  $P_{вр}$  типа РП-5 с одной обмоткой сопротивлением 2900 ом. Реле  $P_2^3$  и  $P_2^0$  типа РКМ-1 с сопротивлением обмотки 2000 ом. Резисторы  $R_1—R_4$  проволочные. Лампы  $L_1—L_4$  неоновые,  $L_1$ —типа МН-3,  $L_2—L_4$ —типа МН-5.

Трансформатор  $Tr$  собран на железном сердечнике Ш 20×30. Обмотки I, II и III содержат 2200, 74 и 62 витка соответственно провода ПЭВ 0,15 мм. Обмотка IV содержит 140 витков провода ПЭВ 0,2 мм. Обмотка V содержит 1000 витков провода ПЭЛ 0,1 мм.

Точность поддержания заданной температуры автоматическим регулятором зависит от чувствительности

усилителя постоянного тока, а она, в свою очередь, от постоянного напряжения на обмотках реле  $P_1$  при отсутствии напряжения сигнала на входе усилителя. Реле  $P_1$  срабатывает при напряжении на его обмотке, равном 3 в. Если изменением величин сопротивлений резисторов  $R_5$  и  $R_8$  установить напряжение на обмотках реле  $P_1$ , равное 2 в (при отсутствии напряжения сигнала на входе усилителя), то точность поддержания заданной температуры будет составлять  $\pm 1^\circ\text{C}$ .

## § 6. Автоматический регулятор температуры АРТ-3

АРТ-3 имеет назначение и основные параметры такие же, как и автоматический регулятор температуры (АРТ), но осуществляет регулирование температуры одновременно в трех объектах.

Принципиальная схема АРТ-3 приведена на рисунке 55. За основу взята схема АРТ (рис. 54). Для каждого объекта имеется отдельный электрический мост с датчиком, элементы управления и сигнализации. С помощью реле времени шаговый искатель ШИ делает шаг через каждую минуту и контакты  $k_1$  ШИ и  $k_2$  ШИ поочередно подключают к входу усилителя постоянного тока диагонали мостов.

Тем самым проверяется состояние температуры во всех трех объектах за три минуты, а в каждом — через три минуты. При этом происходит все то, что было сказано о работе АРТ. Промежуточное реле для 1, 2 и 3-го объектов переключаются контактами  $k_3$  ШИ шагового искателя. Реле времени собрано по такой же схеме, как и в АРТ, но только добавлен усилитель постоянного тока на одном транзисторе  $T_5$  ввиду того, что реле  $P_{вр}$  взято с большим током срабатывания (10 ма). Реле времени срабатывает через каждую минуту на 1 сек. На 1 сек контакты  $k_{P_{вр}}$  замыкают цепь шагового искателя ШИ. Он делает шаг, а дополнительные контакты шагового искателя  $k_{доп}$  ШИ замыкают цепь реле  $P_{пр}$ . Контакты  $k_{доп}$  ШИ должны быть отрегулированы так, чтобы они замыкались только после перехода подвижных контактов шагового искателя на следующие неподвижные контакты. Это необходимо для нормальной работы АРТ-3. При срабатывании реле  $P_{пр}$  замыкаются контакты  $k_1$   $P_{пр}$  и подается напряжение на усилитель постоянного тока.

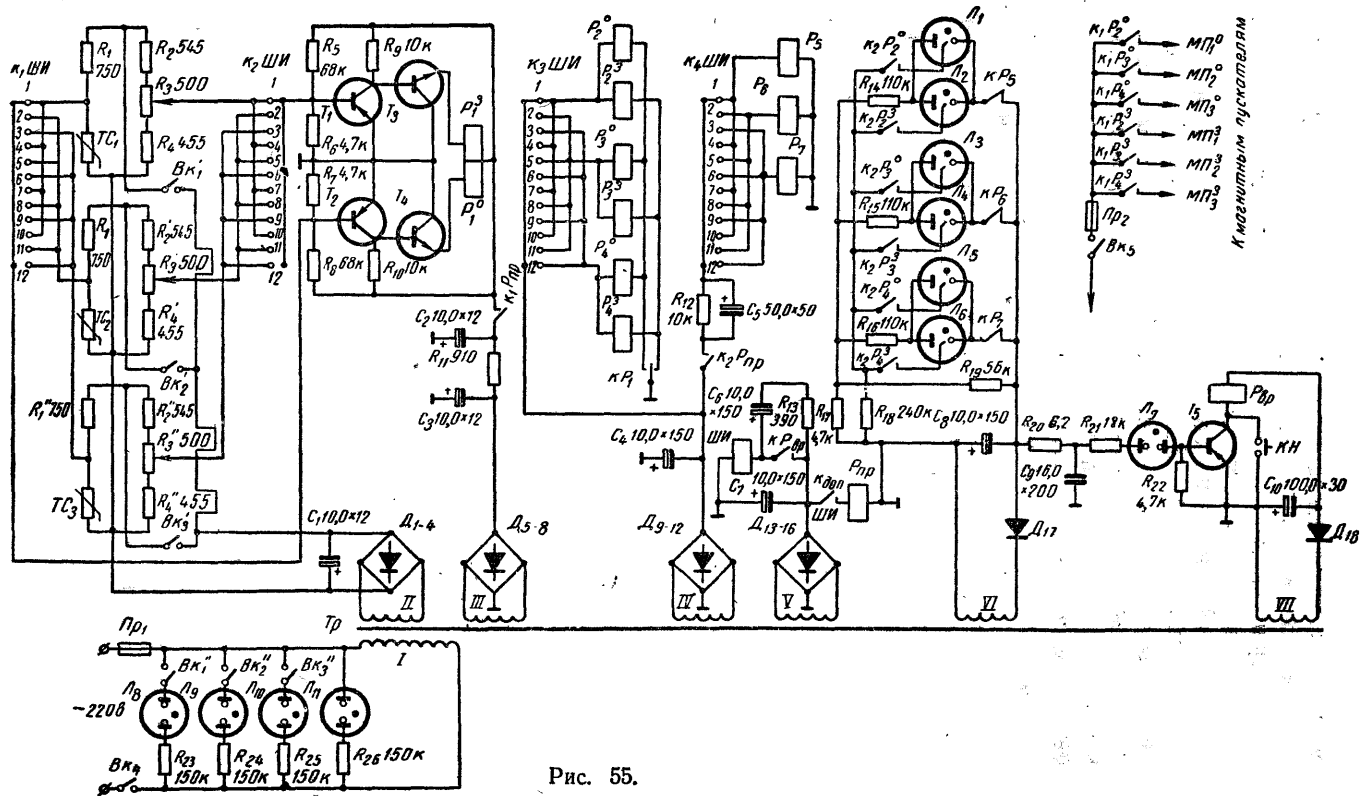


Рис. 55.

Замыкаются еще контакты  $\kappa_2 P_{пр}$ , и подается напряжение на контакты  $\kappa_4$  ШИ и через них на реле  $P_5$ ,  $P_6$  и  $P_7$ , которые срабатывают на короткое время, определяемое величиной емкости конденсатора  $C_5$ .

В АРТ-3 применена более совершенная сигнализация по сравнению с АРТ. Здесь при отклонении заданной температуры от действительной температуры среды вместе с изменением положения вентиля паропровода с помощью ламп  $L_1—L_6$  фиксируется состояние температуры среды в объектах. Например, если в первом объекте температура ниже заданной, то при срабатывании реле  $P_2^0$  замыкаются контакты  $\kappa_2 P_2^0$  и зажигается лампа  $L_1$ . Она будет гореть (3 мин) до следующей проверки состояния температуры в этом объекте, когда кратко-временно срабатывает реле  $P_5$ , контакты  $\kappa P_5$  разомкнутся и лампа  $L_1$  потухнет. Если температура в объекте к этому времени не изменилась, то лампа  $L_1$  опять зажжется, так как реле  $P_5$ , гасящее лампу  $L_1$ , срабатывает на сотые доли секунды, в то время как реле  $P_2^0$ , зажигающее лампу  $L_1$ , срабатывает на одну секунду. В случае же, когда температура в объекте станет выше заданной, будет зажигаться лампа  $L_2$ . Если температура на объектах в пределах нормы, то лампы  $L_1$  и  $L_2$  гореть не будут. Свечение ламп  $L_1$  и  $L_2$  видно через отверстия, расположенные на лицевой стороне АРТ-3. Под этими отверстиями есть надписи «ниже» (под лампой  $L_1$ ) и «выше» (под лампой  $L_2$ ), указывающие на то, что температура в первом объекте ниже или выше той, которая задана. Все сказанное о работе элементов сигнализации первого объекта регулирования температуры относится ко второму и третьему объектам.

Кнопка  $\kappa н$ , служащая для контроля работы АРТ-3, включена в цепь реле  $P_{вр}$ . Выключатели  $В\kappa_1$ ,  $В\kappa_2$  и  $В\kappa_3$  служат для подачи напряжения на электрические мосты и одновременного включения сигнальных ламп  $L_8$ ,  $L_9$  и  $L_{10}$ , указывающих на то, что АРТ-3 осуществляет регулирование температуры в первом, втором и третьем объектах соответственно. Цепочка, состоящая из последовательно соединенных конденсатора  $C_6$  и резистора  $R_{13}$ , искрогасящая.

АРТ-3 расположен в металлической коробке размером  $46 \times 28 \times 22$  см. Внешний вид АРТ-3 показан на рисун-



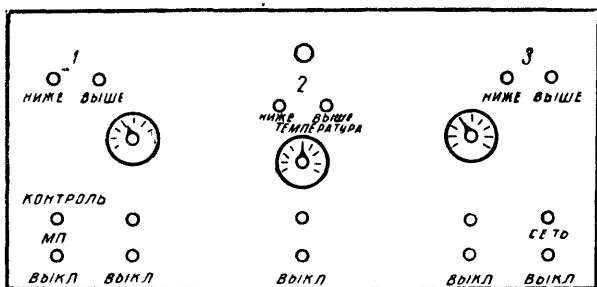


Рис. 56.

ке 56. В АРТ-3 применены термосопротивления ТС типа ММТ-4 сопротивлением 1,5 ком; транзисторы  $T_1$  и  $T_2$  типа П13—П15.  $T_3$  и  $T_4$  типа П9—П11 и  $T_5$  типа П25; диоды  $D_1—D_{12}$  и  $D_{18}$  типа Д7Б,  $D_{13—D_{16}}$  типа Д7Г,  $D_{17}$  типа Д7Ж; шаговый искатель ШИ типа ШИ/11 с сопротивлением обмотки 60 ом; реле  $P_1^3$  и  $P_1^0$  — это одно реле  $P_1$  типа РП-5 с двумя обмотками сопротивлением 2900 ом каждая; реле  $P_2^0$ ,  $P_2^3$ ,  $P_3^0$ ,  $P_3^3$ ,  $P_4^0$ ,  $P_4^3$  и  $P_{вр}$  типа РКМ-1 с сопротивлением обмотки 2000 ом, реле  $P_5$ ,  $P_6$ ,  $P_7$  и  $P_{пр}$  типа РСМ с сопротивлением обмотки 750 ом; лампы  $L_1—L_6$  типа МТХ-90,  $L_7$  неоновая лампа типа МН-3,  $L_8—L_{11}$  неоновые лампы типа МН-5.

Трансформатор  $Tр$  собран на железном сердечнике  $\Psi 26 \times 26$ . Данные обмоток приведены в таблице 2.

Таблица 2

Обмотки	I	II	III	IV	V	VI	VII
Число витков	1575	49	70	168	385	700	84
Диаметр провода	ПЭЛ-0,15			ПЭЛ-0,2 ПЭЛ-0,5 ПЭЛ-0,1 ПЭЛ-0,2			

Средняя потребляемая мощность АРТ-3 составляет 10 вт.

## ГЛАВА IV

### ОБУЧАЮЩАЯ МАШИНА ОМ-2

#### § 1. Общие сведения

Коллектив кружка поставил перед собой задачу создать машину, которая отвечала бы следующим требованиям:

- 1) быть полностью автоматической;
- 2) быть пригодной для использования по различным предметам программы средней школы;
- 3) давать отвечающему один или два наводящих вопроса;
- 4) самой отвечать на вопрос, если ученик дает неправильный ответ;
- 5) иметь объем памяти, позволяющий выставить оценку с учетом количества поступивших правильных ответов и количества взятых наводящих вопросов;
- 6) не давать заранее придуманных правильных и неправильных ответов.

Поставленная задача была выполнена.

Обучающая машина ОМ-2 размещается в металлическом ящике размером  $65 \times 60 \times 45$  см. На лицевой стороне (рис. 57) имеется окно 1 размером  $30 \times 40$  см с восьмьюдесятью секциями и лампами для подсвета вопросов, наводящих вопросов и ответов. На это окно накладывается программа заданий (таблица 3) в виде листа прозрачной бумаги, например кальки, на которой содержание написано тушью, обыкновенными чернилами или напечатано на машинке.

Лист заданий (программу) накрывают листом из органического стекла, нижняя сторона которого имеет специальное покрытие. Через этот слой спецпокрытия написанное на листе бумаги видно только тогда, когда оно подсвечивается снизу.

По обе стороны от окна 1 расположены две щели 2, прикрывающиеся дверцами, в которые вставляются контактные пластины программы заданий.

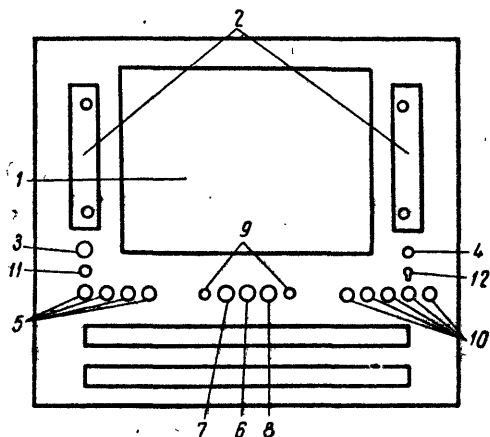


Рис. 57.

Каждая программа содержит 5 заданий на 5 учащихся. В каждом задании 4 вопроса и, следовательно, всего в программе 20 вопросов. План расположения вопросов, наводящих вопросов и ответов на них показан на рисунке 58.

На лицевой стороне расположены также 1) ручка «Время, мин.», 3, которая позволяет ограничивать время выполнения задания до 4, 8 и 12 мин;

2) кнопка 4 с надписью «Кнопку нажать и получить задание»;

3) четыре лампы 5 — указатели правильности или неправильности ответов на все четыре вопроса одного задания;

	1	2	3	4				
	5	6	7	8				
	9	10	11	12				
	13	14	15	16				
	17	18	19	20				
наводящие вопросы	1'	1''	2'	2''	3'	3''	4'	4''
	5'	5''	6'	6''	7'	7''	8'	8''
	9'	9''	10'	10''	11'	11''	12'	12''
	13'	13''	14'	14''	15'	15''	16'	16''
	17'	17''	18'	18''	19'	19''	20'	20''
ответы	1	2	3	4				
	5	6	7	8				
	9	10	11	12				
	13	14	15	16				
	17	18	19	20				

Рис. 58.

## Вопросы по физике для X класса по теме «Постоянный ток»

Два проводника сопротивлением 60 и 15 ом соединены параллельно. Каково их общее сопротивление?

Определить э. д. с. источника, если ток в цепи 0,4 а, внутреннее сопротивление 1,5 ом, а внешнее 8,5 ом.

Три проводника сопротивлением 5, 15 и 20 ом соединены последовательно. Каково общее напряжение на сопротивлениях, если ток 2 а?

В сеть напряжением 210 в включены последовательно электропечь сопротивлением 60 ом и реостат — 10 ом. Определить ток в цепи в амперах.

Мощность нагревательной спирали 500 вт. За сколько часов работы потребляемая энергия составит 4,5 кВт·ч?

Каково внутреннее сопротивление батареи, состоящей из четырех параллельно соединенных элементов, если внутреннее сопротивление каждого равно 32 ом?

Сколько кулонов электричества прошло через раствор  $\text{CuSO}_4$ , если на катоде выделилось 1,7 мг меди ( $\kappa = 0,34 \frac{\text{мг}}{\kappa}$ )?

Три проводника сопротивлением 160, 160 и 80 ом соединены параллельно. Каково их общее сопротивление?

Какова э. д. с. батареи, состоящей из трех последовательно соединенных аккумуляторов, если э. д. с. каждого равна 2 в?

Сколько калорий теплоты выделится в спирали сопротивлением 4 ом при напряжении 20 в в 1 сек?

Какова э. д. с. батареи, состоящей из трех параллельно соединенных источников, если э. д. с. каждого равна 15 в?

Величина тока в цепи источника тока с э. д. с. 1,5 в равна 0,15 а. Падение напряжения на внешней части цепи равно 1,2 в. Определить внутреннее сопротивление источника.

Дуговая лампа потребляет ток 3 а при напряжении 30 в. Какое добавочное сопротивление надо взять, чтобы лампу включить в сеть с напряжением 120 в? Четыре проводника сопротивлением по 60 ом соединены по два последовательно в две параллельные группы. Определить общее сопротивление?

Определить длину проводника (в метрах) сечением 5 мм<sup>2</sup> и сопротивлением 8 ом

$$\left( \rho = 0,4 \frac{\text{ом мм}^2}{\text{м}} \right)$$

В проводнике за 2 сек выделяется 480 кал теплоты. Какой ток протекает по проводнику, если напряжение на концах его равно 50 в?

Сопrotивление амперметра на 5 а равно 46 ом. Какой шунт надо присоединить к амперметру, чтобы предел его измерения стая 15 а?	Каково общее внутреннее сопротивление четырех последовательно соединенных элементов, если каждый из них имеет внутреннее сопротивление 12 ом?	Какое удельное сопротивление имеет проводник сечением 0,2 мм <sup>2</sup> сопротивлением 160 ом и длиной 32 м?	Какова мощность лампы (в ваттах), рассчитанной на напряжение 10 в при сопротивлении нити накала 10 ом?
---	---	--	--

## Наводящие вопросы

Вспомнить закон Ома для полной цепи.

Вспомнить соотношение между мощностью нагревателя и потребляемой энергией.

Общее внутреннее сопротивление источников определяется так же, как и общее сопротивление проводников.

При последовательном соединении

$$E_{\text{общ}} = E_1 + E_2 + \dots + E_n.$$

Вспомнить закон Джоуля—Ленца.

Добавочное сопротивление включается последовательно.

При последовательном соединении одинаковых проводников

$$R_{\text{общ}} = Rn.$$

При последовательном соединении ток во всех участках цепи одинаков.

При параллельном соединении одинаковых проводников

$$R_{\text{общ}} = \frac{R}{n}$$

При последовательном соединении  
 $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ .

Вспомнить закон Ома для участка цепи.

Общий ток равен сумме токов шунта и амперметра.

Вспомнить закон Ома для участка цепи.

При последовательном соединении  
 $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ .

Токи в ветвях обратно пропорциональны их сопротивлениям.

Вспомнить первый закон Фарадея.

Общее внутреннее сопротивление источников определяется так же, как и общее сопротивление проводников.

Э. д. с. источника равна сумме падений напряжений на всех участках цепи.

Вспомнить формулу сопротивления проводника.

Можно найти падение напряжения внутри источника, а потом и искомую величину.

Вспомнить формулу сопротивления проводника.

Вспомнить закон Джоуля — Ленца.

$$\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{60} + \frac{1}{15} = \frac{5}{60};$$

$$R_{\text{общ}} = \frac{60}{5} = 12 \text{ (ом)};$$

$$I = \frac{E}{R+r}; \quad E = I(R+r) = \\ = 0,4 \text{a} (8,5 \text{ом} + 1,5 \text{ом}) = 4 \text{ в.}$$

$$R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + R_3 = \\ = 5 \text{ ом} + 15 \text{ ом} + 20 \text{ ом} = 40 \text{ ом.}$$

$$I = \frac{U_{\text{общ}}}{R_{\text{общ}}}; \quad U_{\text{общ}} = \\ = IR_{\text{общ}} = 2 \text{a} \cdot 40 \text{ ом} = 80 \text{ в.}$$

$$A = Pt; \quad t = \frac{A}{P} = \\ = \frac{4,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч}}{0,5 \text{ кВт}} = 9 \text{ ч.}$$

$$R_{\text{общ}} = \frac{r}{n} = \frac{32 \text{ ом}}{4} = \\ = 8 \text{ ом.}$$

$$m = kq; \\ q = \frac{m}{k} = \frac{1,7 \text{ мг}}{0,34 \frac{\text{мг}}{\text{к}}} = 5 \text{ к.}$$

### Ответы

$$E_{\text{общ}} = En = 2 \text{ в} \cdot 3 = 6 \text{ в.}$$

$$Q = 0,24 \cdot \frac{U^2}{R} t = \\ = 0,24 \frac{\text{ккал}}{\text{дж}} \cdot \frac{(20 \text{ в})^2}{4 \text{ ом}} \cdot 1 \text{ сек} = \\ = 24 \text{ ккал.}$$

$$E_{\text{общ}} = E = 15 \text{ в.}$$

$$U = U_2 - U_1 = 120 \text{ в} - 30 \text{ в} = 90 \text{ в.}$$

$$I = \frac{U}{R}; \\ R = \frac{U}{I} = \frac{90 \text{ в}}{3 \text{ а}} = 30 \text{ ом.}$$

$$R_1 = R \cdot n = 60 \text{ ом} \cdot 2 = 120 \text{ ом.}$$

$$R_{\text{общ}} = \frac{R_1}{n} = \frac{120 \text{ ом}}{2} = 60 \text{ ом.}$$

$$R = \rho \frac{l}{S}; \\ l = \frac{R \cdot S}{\rho} = \frac{8 \text{ ом} \cdot 5 \text{ мм}^2}{0,4 \frac{\text{ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}} = \\ = 100 \text{ м.}$$

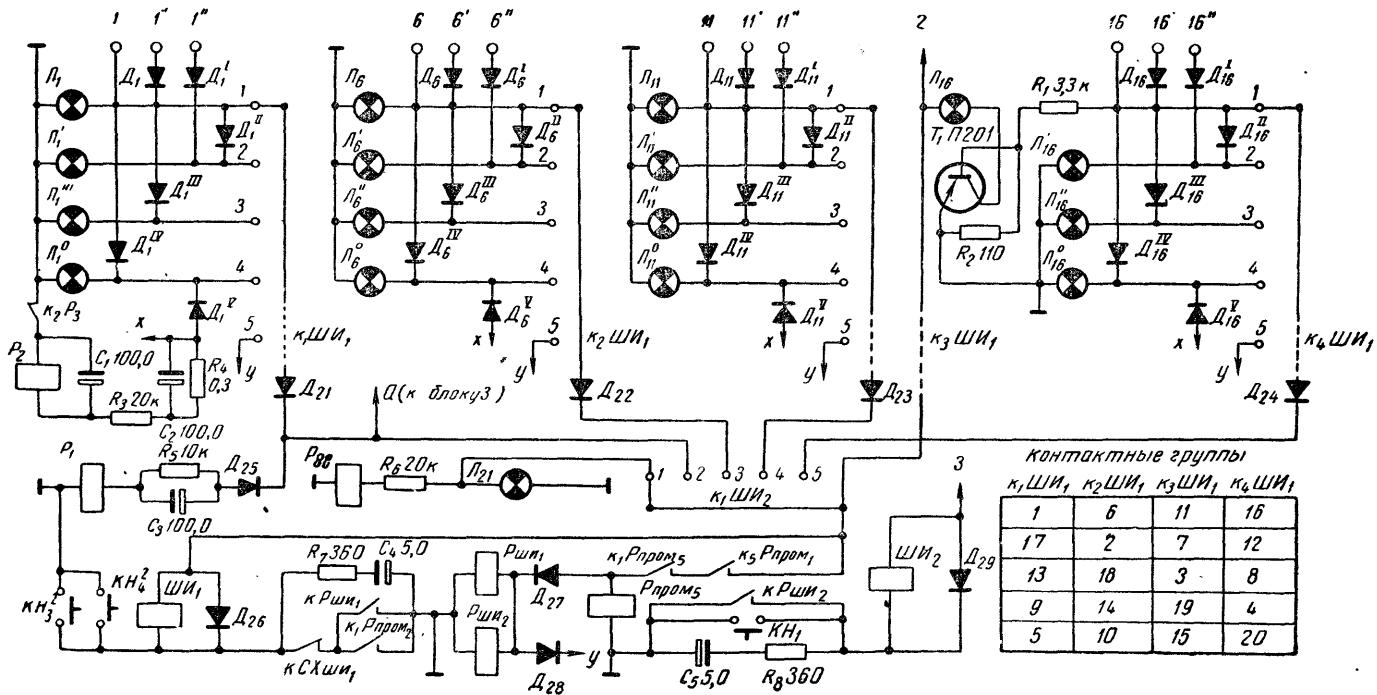


Рис. 59.



4) лампа 6 с надписью «Ваше время истекает», которая загорается за 15 сек до истечения времени ответа на вопрос;

5) лампы первого 7 и второго 8 наводящих вопросов с кнопками 9.

Если ОМ-2 может дать наводящий вопрос к данному вопросу, то лампа горит и отвечающий получит наводящий вопрос, когда нажмет кнопку;

6) пять ламп оценок 10 от «1» до «5», одна из которых загорается по окончании задания на 5—8 сек;

7) кнопка 11, при нажатии которой показывается оценка и загораются лампы 5 правильных ответов на вопросы;

8) замочная скважина 12. ОМ-2 включается специальным ключом. В случае, если отвечающий будет допускать нечестность, то ОМ-2 автоматически выключается;

9) в нижней части лицевой стороны ОМ-2 расположены 100 гнезд, занумерованных по порядку, и шнур со штекером на конце, который вставляется в одно из гнезд во время ответа. Ответы на вопросы выражаются целыми числами от 1 до 100.

ОМ-2 может выполнять роль репетитора или опрашивающего учителя. Специального переключателя рода работ в ОМ-2 нет. При работе машины в режиме репетитора ученик нажимает кнопку 4, в окне появляется вопрос и одновременно загорается лампа 7 первого наводящего вопроса, если таковой имеется. Если ученик пожелает получить наводящий вопрос, то он нажмет соответствующую кнопку 9, в окне появится наводящий вопрос и одновременно загорится лампа 8 второго наводящего вопроса, если он имеется. Ученик может воспользоваться и вторым наводящим вопросом.

За 15 сек до истечения времени, положенного на ответ, которое устанавливается ручкой 3, загорается лампа 6 с надписью «Ваше время истекает». Если в течение этого времени ученик не ответит на вопрос или даст неверный ответ, то ОМ-2 сама отвечает на поставленный вопрос. В этом случае в окне 1 появится ответ на поставленный вопрос.

Если же ученик правильно ответит на вопрос, то ОМ-2 сразу дает следующий вопрос и т. д.

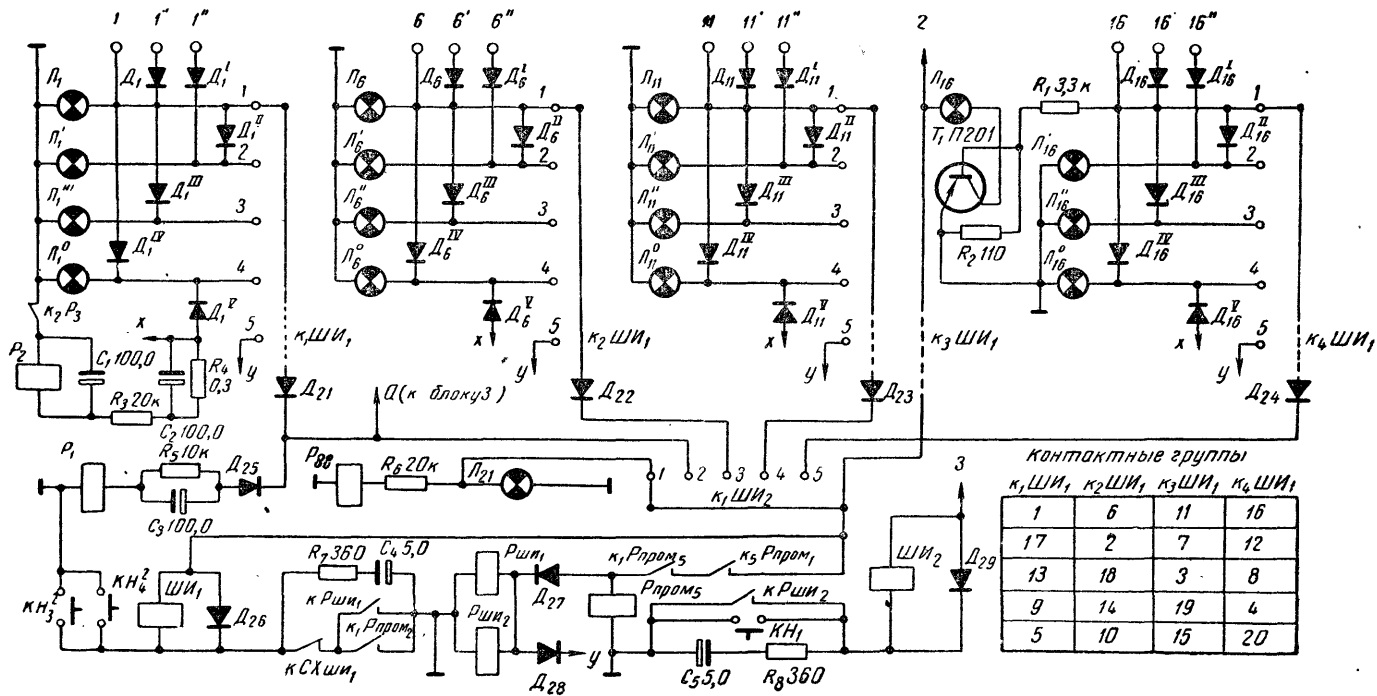


Рис. 59.

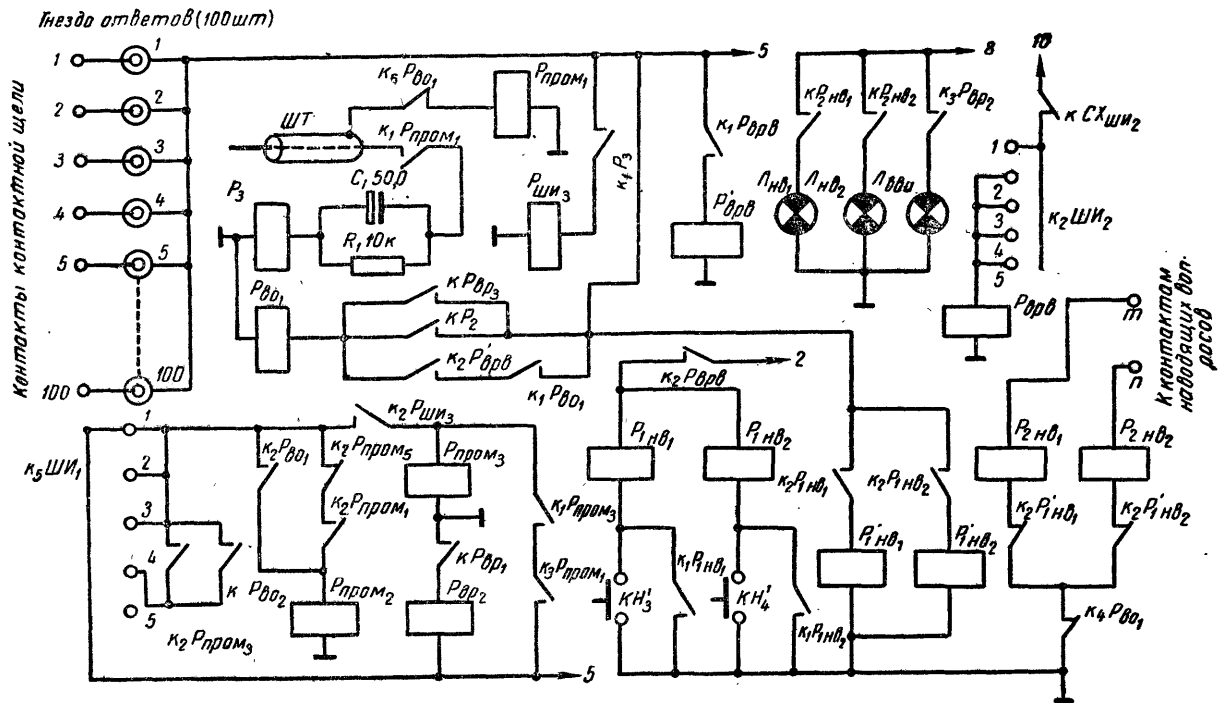


Рис. 60.

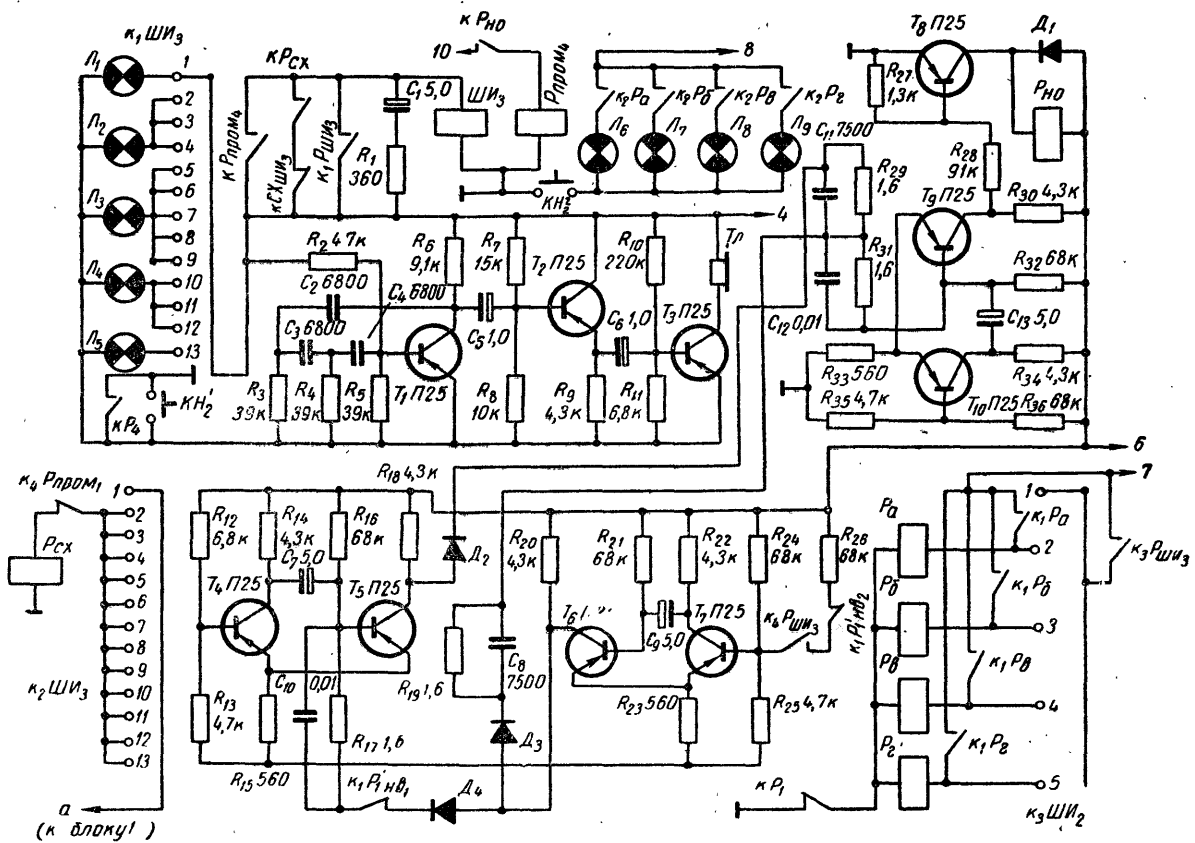


Рис. 61.

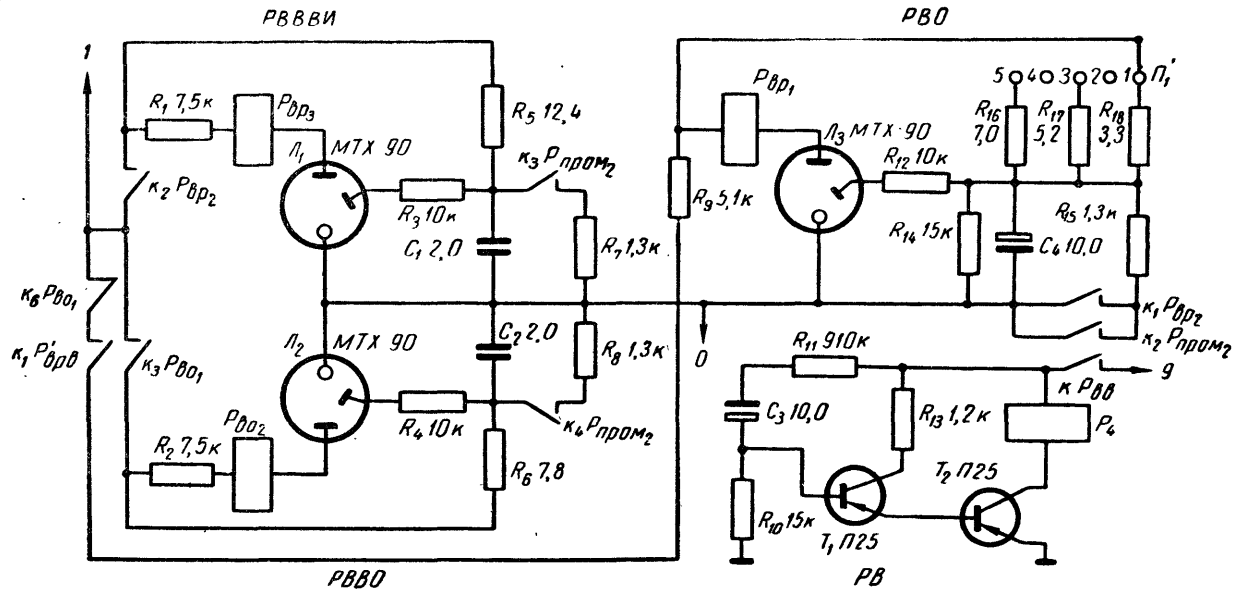


Рис. 62.

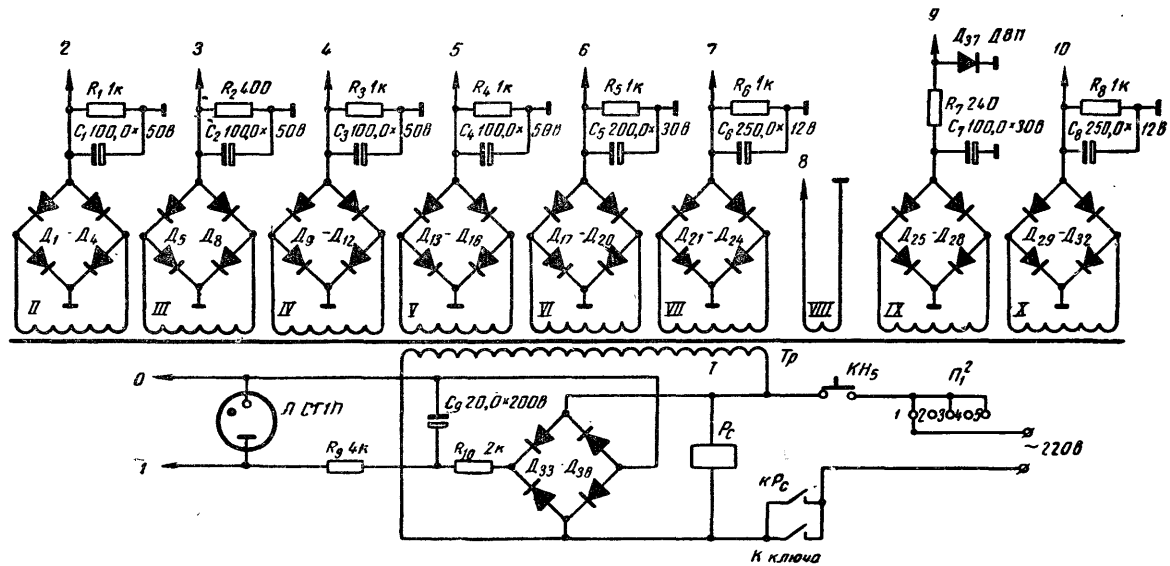


Рис. 63.

Когда ученик ответит на четвертый вопрос, ОМ-2 подает звуковой сигнал в знак того, что задание окончено, и показывает оценку (загорается одна из ламп 10). Ученик видит, на какую оценку им усвоен материал программы.

Потом к ОМ-2 подходят второй, затем третий, четвертый и пятый ученики, которые делают все так же, как и первый, но задания у каждого разные.

ОМ-2 запоминает, сколько поступило правильных ответов, на какие именно вопросы ученик дал правильные ответы, а на какие неправильные, а также учитывает количество взятых наводящих вопросов и за это соответственно снижает оценку.

Работа ОМ-2 в режиме опрашивающего учителя отличается от режима репетитора только тем, что оценку, выставленную ОМ-2, учитель заносит в журнал.

ОМ-2 представляет собой цельную конструкцию, однако схематично делится на 5 частей-блоков: блок 1 (рис. 59); блок 2 (рис. 60); блок 3 (рис. 61); блок 4 (рис. 62); блок 5 (рис. 63).

## § 2. Назначение отдельных частей ОМ-2<sup>1</sup>.

### Шаговый искатель ШИ<sub>1</sub> (блок 1, внизу)

Шаговый искатель ШИ<sub>1</sub> типа ШИ-25/8 с сопротивлением обмотки 40 ом имеет 8 контактных рядов. В каждом ряду по 25 контактов. В ОМ-2 необходимы 5 контактных рядов ШИ<sub>1</sub>, причем в четырех из них токи, протекающие через контакты, превышают норму (0,2 а). Поэтому для трех контактных рядов  $k_1$ ШИ<sub>1</sub>,  $k_2$ ШИ<sub>1</sub> и  $k_3$ ШИ<sub>1</sub> использованы 6 контактных рядов шагового искателя. Они по два соединены параллельно. В четвертом контактном ряду  $k_4$ ШИ<sub>1</sub> ток через контакты снижен за счет применения усилителей постоянного тока на транзисторах П201 (блок 1, справа, вверху).

Эти четыре контактных ряда используются для переключения ламп, подсвечивающих вопросы, наводящие вопросы и ответы. Каждый контактный ряд имеет по 5 контактных групп (по 5 контактов в каждом), относящих-

<sup>1</sup> Содержание этого параграфа носит справочный характер. Его нужно весь прочесть в порядке знакомства, а потом уже при рассмотрении § 3 необходимо в случае каких-то неясностей обращаться к этому параграфу.

ся к пяти вопросам. Всего в четырех контактных рядах 20 контактных групп, соответствующих числу вопросов в одной программе (см. таблицу 3).

Нумерация и расположение контактных групп, соответствующие порядку поступления вопросов, показаны в блоке 1, справа, внизу. Так, в контактном ряду  $\kappa_1 ШИ_1$  расположены контактные группы 1, 17, 13, 9 и 5-го вопросов. Причина такого расположения контактных групп будет выяснена в § 3.

На схеме блока 1 показан первый горизонтальный ряд контактных групп (1, 6, 11 и 16). Остальные четыре ряда контактных групп расположены ниже, подобны первому и поэтому на схеме не показаны.

Ввиду аналогичности электрических цепей всех контактных групп рассмотрим для примера электрическую цепь контактной группы, соответствующей первому вопросу (блок 1, слева, вверху). Контакт 1 соединен с лампой  $L_1$ , которая подсвечивает первый вопрос программы в положении, указанном на схеме. К этому контакту присоединяется диод  $D_1$ , через который подается ток на контакт  $1'$  и через него и контактную пластину на реле  $P_{2нв_1}$  (блок 2, справа). Это реле срабатывает и своими контактами  $\kappa P_{2нв_1}$  подключает лампу  $L_{нв_1}$  с надписью «1-й наводящий вопрос» (на рисунке 58  $L_{нв_1}$  обозначена цифрой 7). Это в том случае, если в программе есть первый наводящий вопрос к этому вопросу. Если же его нет, то в контактной пластине будет разрыв цепи, и, следовательно, лампа  $L_{нв_1}$  гореть не будет.

Контакт 2 присоединяется к лампе  $L'_1$ , которая подсвечивает первый наводящий вопрос, если подвижный контакт  $\kappa'_1 ШИ_1$  перейдет на контакт 2. К этому контакту подключаются диоды  $D'_1$  и  $D''_1$ . Через диод  $D'_1$  подается ток на контакт  $1''$  и через него на контактную пластину и на реле  $P_{2нв_2}$  (блок 2, справа). Это реле срабатывает и своими контактами  $\kappa P_{2нв_2}$  включает лампу  $L_{нв_2}$  с надписью «2-й наводящий вопрос» (на рисунке 57  $L_{нв_2}$  обозначена цифрой 8). Это в том случае, если в программе есть второй наводящий вопрос к этому же вопросу. Если же его нет, то в контактной пластине будет разрыв цепи и, следовательно, лампа  $L_{нв_2}$  гореть не будет. Через диод  $D''_1$  подается ток на лампу  $L_1$ , и она по-прежнему



подсвечивает предложенный ученику вопрос после того, как он взял первый наводящий вопрос. Диод  $D''_1$  не пропускает ток с контакта 1 на контакт 2, когда подвижный контакт  $k_1ШИ_1$  соединен с контактом 1. Цепь реле  $P_{2нв_1}$  разрывается контактами  $k_2P'_{1нв_1}$ . Причина этого будет объяснена в § 3.

Контакт 3 присоединяется к лампе  $L''_1$ , которая подсвечивает второй наводящий вопрос, если подвижный контакт  $k_1ШИ_1$  перейдет на контакт 3. К этому контакту присоединяется диод  $D'''_1$ , назначение которого такое же, как и  $D''_1$ .

Цепь реле  $P_{2нв_2}$  разрывается контактами  $k_2P_{1нв_2}$ . Причина этого будет также объяснена в § 3.

Контакт 4 присоединяется к лампе  $L^0_1$ , которая подсвечивает ответ на вопрос, если подвижный контакт  $k_1ШИ_1$  перейдет на контакт 4. К этому контакту присоединяется диод  $D_1^{IV}$  (назначение которого такое же, как и  $D''_1$  и  $D_1'''$ ) и диод  $D_1^V$ , через который подается ток на реле  $P_2$ .

Контакт 5 через диод  $D_{28}$  (блок 1, внизу) присоединяется к реле  $P_{ши_1}$ ,  $P_{ши_2}$  и  $P_{пром_5}$ .

Пятый контактный ряд  $k_3ШИ_1$  (блок 2, слева, внизу) шагового искателя  $ШИ_1$  вместе с реле  $P_{пром_2}$ ,  $P_{пром_3}$  и другими служат для осуществления нормальной работы шагового искателя  $ШИ_1$  в режиме переключения.

Контакты  $kСХШИ_1$  (блок 1, внизу) — это нормально замкнутые мощные дополнительные контакты шагового искателя  $ШИ_1$ , которые размыкаются при каждом шаге  $ШИ_1$ . Они работают по своему назначению, т. е. для осуществления самохода  $ШИ_1$ .

Шаговый искатель  $ШИ_2$  (блок 1, внизу) типа  $ШИ-25/4$  с сопротивлением обмотки  $60 \text{ ом}$  имеет три контактных ряда ( $k_1ШИ_2$ ,  $k_2ШИ_2$  и  $k_3ШИ_2$ ).

Контактный ряд  $k_1ШИ_2$  (блок 1, середина) служит для переключения вопросов в задании. Поскольку каждое задание для ученика содержит по 4 вопроса, то необходимы 4 контакта к вопросам и один контакт для исходного положения, т. е. когда ОМ-2 включена, но задание не получено.

Таким образом, в контактном ряду  $k_1ШИ_2$  нужны 5 контактов, а их всего 26. Они соединены по пять контактов параллельно. Например, первый, шестой, один-

наддцатый, шестнадцатый, двадцать первый соединены вместе и т. д. На схеме же для простоты показаны только первые 5 контактов, 26-й контакт соединен с первым.

Контакт 1 соединяется через резистор  $R_6$  с реле  $P_{вв}$  (блок 1, слева) и лампой  $L_{21}$ , которая указывает на то, что первый вопрос программы можно брать.

Контакты 2, 3, 4 и 5 через развязывающие диоды  $D_{21}$ ,  $D_{22}$ ,  $D_{23}$  и  $D_{24}$  соединены с подвижными контактами контактных рядов  $\kappa_1ШИ_1$ ,  $\kappa_2ШИ_1$ ,  $\kappa_3ШИ_1$  и  $\kappa_4ШИ_1$  соответственно.

Контактный ряд  $\kappa_2ШИ_2$  (блок 2, справа, сверху) служит для размыкания цепи реле  $P_{врв}$  при переходе шагового искателя  $ШИ_2$  из положений 2, 3, 4 и 5.

Контактный ряд  $\kappa_3ШИ_2$  (блок 3, справа, внизу) служит для подачи напряжения на реле  $P_a$ ,  $P_b$ ,  $P_v$ ,  $P_r$ . 25 контактов ряда соединены по пять вместе так же, как и в контактном ряду  $\kappa_1ШИ_2$ .

Контакты  $\kappa СХШИ_2$  (блок 2, справа, вверху) — нормально замкнутые дополнительные контакты шагового искателя  $ШИ_2$ , служат для более надежного размыкания цепи реле  $P_{врв}$ , т. е. являются вспомогательными к контактному ряду  $\kappa_2ШИ_2$ .

Шаговый искатель  $ШИ_3$  (блок 3, вверху) типа ШИ-25/4 с сопротивлением обмотки 40 ом имеет два контактных ряда ( $\kappa_1ШИ_3$  и  $\kappa_2ШИ_3$ ).

Контактный ряд  $\kappa_1ШИ_3$  (блок 3, слева) служит для подачи напряжения на лампы  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ ,  $L_4$  и  $L_5$ , показывающие оценки «1», «2», «3», «4» и «5» соответственно. В контактном поле всего 26 контактов. Они соединены по 2 вместе. Например, первый и четырнадцатый, второй и пятнадцатый и т. д.

Контактный ряд  $\kappa_2ШИ_3$  (блок 3, слева) вместе с реле  $P_{сх}$  приводит шаговый искатель  $ШИ_3$  в исходное положение, соответствующее оценке «1», т. е. сбрасывает оценку перед тем, как следующий ученик получит первый вопрос задания. 26 контактов ряда соединены по 2 вместе так же, как и в контактном ряду  $\kappa_1ШИ_3$ .

Контакты  $\kappa СХШИ_3$  (блок 3, слева, вверху) работают по своему назначению аналогично контактам  $\kappa СХШИ_1$ .

Реле  $P_1$  (блок 1, слева) типа РКМ-1 с сопротивлением обмотки 2000 ом имеет одну контактную группу  $\kappa P_1$  (блок 3, внизу). Это реле срабатывает при получении учеником первого вопроса задания, контакты  $\kappa P_1$  раз-

блокируют реле  $P_a, P_b, P_B, P_G$ . Цепочка  $C_3R_5$  предназначена для работы реле в импульсе. Диод  $D_{25}$  развязывающий.

Реле  $P_2$  (блок 1, слева) типа РП-5 с сопротивлением обмотки 2900 *ом* имеет одну контактную группу  $kP_2$  (блок 2, середина). Контакты  $kP_2$  замыкают цепь реле  $P_{во1}$ , когда шаговый искатель  $ШИ_1$  приходит в положение 4, соответствующее ответу на вопрос (при неправильном ответе). Цепочка  $C_1R_3$  задерживает срабатывание реле  $P_2$ , когда искатель  $ШИ_1$  проходит положение 4, т. е. при правильном ответе. Цепочка  $C_2R_4$  обеспечивает работу реле  $P_2$  в импульсе.

Реле  $P_3$  (блок 2, слева) типа РКМ-1 с сопротивлением обмотки 2000 *ом* имеет две контактные группы. Реле срабатывает при правильном ответе на вопрос. Контакты  $k_1P_3$  (блок 2,верху) замыкают цепь реле  $P_{ши3}$ . Контакты  $k_2P_3$  (блок 1, слева) размыкают цепь реле  $P_2$  и не дают ему сработать при правильном ответе. Цепочка  $C_1R_1$  обеспечивает работу реле  $P_3$  в импульсе.

Реле  $P_4$  (блок 4, справа) типа РКМ-1 с сопротивлением обмотки 1300 *ом* включено в коллекторную цепь транзистора  $T_2$  реле времени  $PВ$ . Имеет одну контактную группу  $kP_4$  (блок 3, слева), замыкающую цепь звукового генератора и ламп  $L_1—L_5$ .

Реле  $P_{вв}$  (блок 1) называется «реле выдержки времени» типа РП-5 с сопротивлением обмотки 2900 *ом*. Имеет одну контактную группу  $kP_{вв}$ . Реле срабатывает по окончании выполнения задания. Контакты  $kP_{вв}$  (блок 4) замыкают цепь реле времени  $PВ$ . Резистор  $R_6$  балластный.

Реле  $P_{ши1}$  (блок 1, внизу) называется «реле шагового искателя первого» типа РСМ-1 с сопротивлением обмотки 750 *ом*. Имеет одну контактную группу  $kP_{ши1}$ . При срабатывании реле шаговый искатель  $ШИ_1$  переходит из положения 5 в положение 1.

Реле  $P_{ши2}$  (блок 1, внизу) называется «реле шагового искателя второго» типа РСМ-1 с сопротивлением обмотки 750 *ом*. Имеет одну контактную группу  $kP_{ши2}$ . При срабатывании реле замыкается цепь шагового искателя  $ШИ_2$ , и он делает шаг.

Реле  $P_{ши3}$  (блок 2,верху) называется «реле шагового искателя третьего» типа РС-13 с сопротивлением

обмотки 220 ом. Имеет 4 контактные группы. Реле срабатывает при правильном ответе на вопрос.

Контакты  $\kappa_1 P_{\text{шиз}}$  (блок 3, сверху) замыкают цепь шагового искателя  $\text{ШИ}_3$ , и он делает шаг. Контакты  $\kappa_2 P_{\text{шиз}}$  (блок 2) замыкают цепь реле  $P_{\text{пром}_3}$ . Контакты  $\kappa_3 P_{\text{шиз}}$  (блок 3, справа) замыкают цепь реле  $P_a, P_b, P_v$  и  $P_r$ . Контакты  $\kappa_4 P_{\text{шиз}}$  (блок 3, справа, внизу) при замыкании подают импульс тока на вход одновибратора  $T_6, T_7$ .

Реле  $P_a, P_b, P_v$  и  $P_r$  (блок 3, справа, внизу) типа РСМ-1 с сопротивлением обмоток 750 ом имеют по две контактные группы. Контакты  $\kappa_1$  служат для самоблокировки реле. Контакты  $\kappa_2$  (блок 3, сверху) замыкают цепи ламп  $L_6, L_7, L_8$  и  $L_9$  и указывают, что на первый, второй, третий и четвертый вопросы соответственно ответы поступили правильные. Эти самоблокирующиеся реле представляют собой элементы памяти ОМ-2.

Реле  $P_{\text{пром}_1}$  (блок 2, сверху) называется «реле промежуточное первое» типа РС-13 с сопротивлением обмотки 220 ом. Имеет 5 контактных групп. Реле срабатывает при включении штекера ШТ в гнездо, но при условии, что не сработало реле  $P_{\text{во}_1}$ .

Контакты  $\kappa_1 P_{\text{пром}_1}$  замыкают цепь реле  $P_3$ . Контакты  $\kappa_2 P_{\text{пром}_1}$  (блок 2, слева, внизу) замыкают цепь реле  $P_{\text{пром}_2}$ . Контакты  $\kappa_3 P_{\text{пром}_1}$  (блок 2, внизу) включают цепь самоблокировки реле  $P_{\text{пром}_3}$ . Контакты  $\kappa_4 P_{\text{пром}_1}$  (блок 3, слева) размыкают цепь реле  $P_{\text{сх}}$  и не дают ему сработать при поступлении первого правильного ответа. Контакты  $\kappa_5 P_{\text{пром}_1}$  (блок 1, внизу) замыкают цепь самоблокировки реле  $P_{\text{пром}_5}$ .

Реле  $P_{\text{пром}_2}$  (блок 2, внизу, слева) называется «реле промежуточное второе» типа РС-13 с сопротивлением обмотки 220 ом. Имеет четыре контактные группы. Реле  $P_{\text{пром}_2}$  срабатывает при срабатывании реле  $P_{\text{пром}_1}$  или реле  $P_{\text{во}_1}$ . Контакты  $\kappa_1 P_{\text{пром}_2}$  (блок 1, внизу) замыкают цепь самохода шагового искателя  $\text{ШИ}_1$ , и он переходит в положение 5 из положений 1, 2, 3 или 4 или в положение 4 из положений 1, 2 или 3.

Контакты  $\kappa_2 P_{\text{пром}_2}, \kappa_3 P_{\text{пром}_2}$  и  $\kappa_4 P_{\text{пром}_2}$  (блок 4) замыкают цепи разряда емкостей  $C_4, C_1$  и  $C_2$  реле времени РВО, РВВВИ и РВВО соответственно.

Реле  $P_{\text{пром}3}$  (блок 2, внизу) называется «реле промежуточное третье» типа РКМ-1 с сопротивлением обмотки 2000 ом. Имеет две контактные группы. Срабатывает при правильном ответе, самоблокируется и пропускает ответ на вопрос, т. е. проход шагового искателя  $ШИ_1$  через положение 4.

Контакты  $\kappa_1 P_{\text{пром}3}$  осуществляют самоблокировку реле, контакты  $\kappa_2 P_{\text{пром}3}$  (блок 2, слева, внизу) замыкают контакты 3 и 4 контактного ряда  $\kappa_5 ШИ_1$ .

Реле  $P_{\text{пром}4}$  (блок 3, сверху) называется «реле промежуточное четвертое» типа РСМ-1 с сопротивлением обмотки 750 ом. Имеет одну контактную группу  $\kappa P_{\text{пром}4}$ . Реле срабатывает при срабатывании реле  $P_{\text{но}}$ . Контакты  $\kappa P_{\text{пром}4}$  замыкают цепь шагового искателя  $ШИ_3$ , вследствие чего он делает шаг.

Реле  $P_{\text{пром}5}$  (блок 1, внизу) называется «реле промежуточное пятое» типа РСМ-2 с сопротивлением обмотки 750 ом. Имеет контактные группы. Срабатывает в положении 5 шагового искателя  $ШИ_1$ . Контакты  $\kappa_1 P_{\text{пром}5}$  осуществляют самоблокировку реле. Контакты  $\kappa_2 P_{\text{пром}5}$  (блок 2, слева) размыкают цепь реле  $P_{\text{пром}2}$  при прохождении шаговым искателем  $ШИ_1$  положения 5 и держат ее разомкнутой до тех пор, пока не будет вытаснен штекер  $ШТ$  из гнезда, в которое он был вставлен. При отсутствии  $\kappa_2 P_{\text{пром}5}$  шаговый искатель  $ШИ_1$  будет «бегать» до тех пор, пока штекер  $ШТ$  не будет вытаснен из гнезда.

Реле  $P_{\text{врв}}$  и  $P'_{\text{врв}}$  (блок 2, сверху) называются «реле включения реле времени» и предназначены в основном для включения РВО (блок 4). Реле типа РСМ-2 с сопротивлением обмотки 750 ом. Реле  $P_{\text{врв}}$  — основное, должно иметь три контактные группы. Ввиду отсутствия подходящего реле с тремя контактными группами взяты два реле  $P_{\text{врв}}$  и  $P'_{\text{врв}}$  с двумя контактными группами каждое. Таким образом, реле  $P'_{\text{врв}}$  можно назвать вспомогательным; оно может быть исключено, если реле  $P_{\text{врв}}$  будет иметь нужное число контактных групп.

Контакты  $\kappa_1 P_{\text{врв}}$  замыкают цепь реле  $P'_{\text{врв}}$ . Контакты  $\kappa_2 P_{\text{врв}}$  (блок 2, середина) замыкают цепи реле  $P_{\text{инв}1}$  и  $P_{\text{инв}2}$ . Контакты  $\kappa_1 P'_{\text{врв}}$  замыкают цепь реле РВО (блок 4).

Контакты  $\kappa_2 P'_{\text{врв}}$  замыкают цепь реле  $P_{\text{во1}}$  (блок 2, слева).

Реле  $P_{1\text{нв1}}$ ,  $P'_{1\text{нв1}}$ ,  $P_{1\text{нв2}}$  и  $P'_{1\text{нв2}}$  (блок 2, внизу) называются: «реле первое наводящего вопроса первого», «реле первое наводящего вопроса второго». Эти реле типа РКМ-1 с сопротивлением обмотки 2000 *ом*. Они срабатывают в том случае, когда отвечающий берет наводящие вопросы. В этом случае он нажимает кнопки  $KH_3$  и  $KH_4$  (блок 2). На рисунке 57 эти кнопки обозначены цифрой 9. Реле  $P_{1\text{нв1}}$  и  $P_{1\text{нв2}}$  — основные, должны иметь по три контактные группы. Ввиду отсутствия таких реле было взято по два реле с двумя контактными группами каждое. Таким образом, реле  $P'_{1\text{нв1}}$  и  $P'_{1\text{нв2}}$  являются вспомогательными и могут быть исключены, если реле  $P_{1\text{нв1}}$  и  $P_{1\text{нв2}}$  будут иметь нужное число контактных групп.

Контакты  $\kappa_1 P_{1\text{нв1}}$  и  $\kappa_1 P_{1\text{нв2}}$  осуществляют самоблокировку реле. Контакты  $\kappa_2 P_{1\text{нв1}}$  и  $\kappa_2 P_{1\text{нв2}}$  замыкают цепи вспомогательных реле  $P'_{1\text{нв1}}$  и  $P'_{1\text{нв2}}$ . Контакты  $\kappa_1 P'_{1\text{нв1}}$  и  $\kappa_1 P'_{1\text{нв2}}$  (блок 3, внизу) размыкают цепи подачи импульсов на одновибраторы  $T_4$ ,  $T_5$  и  $T_6$ ,  $T_7$  импульсного устройства ИУ. Контакты  $\kappa_2 P'_{1\text{нв1}}$  и  $\kappa_2 P'_{1\text{нв2}}$  размыкают цепи реле  $P_{2\text{нв1}}$  и  $P_{2\text{нв2}}$  (блок 2, справа).

Реле  $P_{2\text{нв1}}$  и  $P_{2\text{нв2}}$  (блок 2, справа) называются: «реле второе наводящего вопроса первого» и «реле второе наводящего вопроса второго». Эти реле типа РКМ-1 с сопротивлением обмотки 2000 *ом* служат для включения ламп  $L_{\text{нв1}}$ ,  $L_{\text{нв2}}$ , указывающих на то, что имеется первый, второй наводящие вопросы соответственно к данному вопросу. Имеют по одной контактной группе  $\kappa P_{2\text{нв1}}$  и  $\kappa P_{2\text{нв2}}$ .

Реле  $P_{\text{во1}}$  (блок 2, слева) называется «реле выдержки ответа первое» типа РС-13 с сопротивлением обмотки 220 *ом*. Основное назначение — включить реле времени РВВО (блок 4). Имеет 6 контактных групп. Контакты  $\kappa_1 P_{\text{во1}}$  осуществляют самоблокировку реле.

Контакты  $\kappa_2 P_{\text{во1}}$  (блок 2, слева) замыкают цепь реле  $P_{\text{пром2}}$ . Контакты  $\kappa_3 P_{\text{во1}}$  (блок 4) замыкают цепь реле времени РВВО. Контакты  $\kappa_4 P_{\text{во1}}$  (блок 2, справа, внизу)

размыкают цепь реле  $P_{2нв1}$  и  $P_{2нв2}$  и лампы  $L_{нв1}$  и  $L_{нв2}$ , если они горели, гаснут.

Контакты  $\kappa_5 P_{во1}$  (блок 2, вверху) размыкают цепь реле  $P_{пром1}$ . Это нужно для того, чтобы нельзя было ввести ответ в то время, когда ОМ-2 сама дает ответ на вопрос.

Контакты  $\kappa_6 P_{во1}$  (блок 4, слева) размыкают цепь реле времени РВО.

Реле  $P_{вр2}$  (блок 2, внизу) включается после того, как сработает РВО. Основное его назначение — замкнуть цепь реле времени РВВВИ (блок 4). Это реле типа РС-13 с сопротивлением обмотки 220 ом имеет три контактные группы. Контакты  $\kappa_1 P_{вр2}$  (блок 4, справа) замыкают цепь разряда конденсатора  $C_4$  реле времени РВО. Контакты  $\kappa_2 P_{вр2}$  (блок 4, слева) замыкают цепь РВВВИ. Контакты  $\kappa_3 P_{вр2}$  (блок 2, справа) замыкают цепь лампы  $L_{вви}$ .

Реле  $P_{вр1}$ ,  $P_{вр3}$  и  $P_{во2}$  (блок 4) типа РКМ-1 с сопротивлением обмотки 1300 ом имеют по одной контактной группе. Включены в анодные цепи тиратронов МТХ-90, на которых собраны реле времени РВО, РВВВИ и РВВО.

Контакты  $\kappa P_{вр1}$  (блок 2, внизу) замыкают цепь реле  $P_{вр2}$ .

Контакты  $\kappa P_{вр3}$  (блок 2, слева) замыкает цепь реле  $P_{во1}$ . Контакты  $\kappa P_{во2}$  (блок 2, слева) замыкают контакты 3 и 4 у контактного ряда  $\kappa_5 ШИ_1$ . Это происходит после того, как РВВО определенное время выдержало ответ на вопрос.

Реле  $P_{сх}$  (блок 3, слева) называется «реле самохода». Вместе с контактным рядом  $\kappa_2 ШИ_3$  осуществляет сброс оценки (см. контактный ряд  $\kappa_2 ШИ_3$ ). Реле типа РКМ-1 с сопротивлением обмотки 2000 ом имеет одну контактную группу  $\kappa P_{сх}$  (блок 3, слева, вверху), которая замыкает цепь самохода шагового искателя  $ШИ_3$ .

Реле  $P_{но}$  (блок 3, справа, вверху) называется «реле накопления оценки» типа РП-7 с сопротивлением обмотки 2900 ом. Включено в коллекторную цепь усилителя мощности ИУ на транзисторе  $T_8$ . Имеет одну контактную группу  $\kappa P_{но}$  (блок 3, вверху), замыкающую цепь реле  $P_{пром4}$ .

Реле  $P_c$  (блок 5) называется «реле сетевое» типа МКУ-48 с сопротивлением обмотки 2700 *ом*. Работает в режиме самоблокировки. При повороте ключа в замочной скважине 12 (см. рис. 57) замыкаются, а потом размыкаются контакты  $K$  ключа (блок 5, внизу), реле самоблокируется и входная цепь блока питания ОМ-2 оказывается замкнутой до первого размыкания цепи кнопкой  $КН_5$  или переключателем  $П_1$ .

РВО (блок 4) — реле времени основное. Собрано на тиратроне МТХ-90. Оно дает выдержку времени при ответе на вопрос до 45 *сек*, 1 *мин* 45 *сек* и 2 *мин* 45 *сек* в положениях 1, 3 и 5 переключателя  $П_1$ , после чего срабатывает; контакты  $кP_{вр1}$  замыкают цепь реле  $P_{вр2}$  (блок 2, внизу).

РВВИ (блок 4) — реле времени «Ваше время истекает» собрано на тиратроне МТХ-90. Цепь его включается на 15 *сек* до окончания времени, положенного для ответа на вопрос. Через 15 *сек* оно срабатывает и замыкает цепь реле  $P_{во1}$  (блок 2, слева).

РВВО (блок 4) — реле времени выдержки ответа собрано на тиратроне МТХ-90. Цепь его замыкается, когда ОМ-2 дает ответ на вопрос. Ответ выдерживается в течение 10 *сек*, после чего РВВО срабатывает и ОМ-2 дает следующий вопрос.

РВ (блок 4) — реле времени собрано на двух транзисторах  $T_1$  и  $T_2$ . Оно срабатывает после выполнения отвечающим всего задания и на 5—8 *сек* замыкает контакты  $кP_4$  (блок 3, слева). При этом подается звуковой сигнал и показывается оценка.

ИУ (блок 3) — импульсное устройство. При правильном ответе на вопрос без наводящих вопросов ИУ выдает два импульса на реле  $P_{но}$ , оно два раза срабатывает и через реле  $P_{пром4}$  дважды замыкает цепь шагового искателя  $ШИ_3$ .

Если отвечающий пользовался одним наводящим вопросом, то ИУ выдает только один импульс на реле  $P_{но}$ . Если отвечающий брал два наводящих вопроса к данному вопросу, то ИУ не выдает ни одного импульса.

ИУ представляет собой соединение трех одновибраторов с эмиттерной связью на транзисторах  $T_4$  и  $T_5$ ,  $T_6$  и  $T_7$ ,  $T_9$  и  $T_{10}$  и усилителя мощности на транзисторе  $T_8$ .

В одновибраторах на транзисторах  $T_4$  и  $T_5$ ,  $T_6$  и  $T_7$  используются их свойства, состоящие в том, что при по-



ступлении на вход соответственно положительного, отрицательного спускового импульса давать на выход кратковременный положительный импульс с запаздыванием на промежуток времени  $t$ , который зависит в основном от величины емкости между коллектором первого транзистора и базой второго транзистора одновибратора.

В одновибраторе на транзисторах  $T_9$  и  $T_{10}$  используется свойство давать на выходе прямоугольный отрицательный импульс вполне определенной длительности, который поступает на усилитель мощности на транзисторе  $T_8$  и вызывает срабатывание реле  $P_{но}$  при поступлении на вход положительного спускового импульса.

Работа ИУ происходит следующим образом. При правильном ответе на вопрос замыкаются контакты  $\kappa_4 P_{шиз}$  (блок 3, внизу), и на вход одновибратора  $T_6, T_7$  подается отрицательный импульс. Спустя время  $t$  на его выходе появляется кратковременный положительный импульс.

Этот импульс через диод  $D_3$  подается на вход одновибратора  $T_9, T_{10}$ , при этом срабатывает реле  $P_{но}$  (о чем было сказано выше), и через диод  $D_4$  этот же импульс подается на вход одновибратора  $T_4, T_5$ . Через промежуток времени  $t$  на выходе его появляется кратковременный положительный импульс, который через диод  $D_2$  подается опять на вход одновибратора  $T_9, T_{10}$ , при этом срабатывает реле  $P_{но}$ .

Таким образом, при замыкании контактов  $\kappa_4 P_{шиз}$  через промежуток времени  $t$  срабатывает реле  $P_{но}$  один раз и еще через  $t$  срабатывает другой раз. Это в том случае, если отвечающий правильно ответил на вопрос и при этом не пользовался наводящими вопросами.

Если же отвечающий брал первый наводящий вопрос, то контакты  $\kappa_1 P'_{инв1}$  размыкают входную цепь одновибратора  $T_4, T_5$ , и при замыкании контактов  $\kappa_4 P_{шиз}$  реле  $P_{но}$  срабатывает только один раз.

Если же отвечающий брал и второй наводящий вопрос, то контакты  $\kappa_1 P'_{инв2}$  разомкнут входную цепь одновибратора  $T_6, T_7$ , и при замыкании контактов  $\kappa_4 P_{шиз}$  реле  $P_{но}$  срабатывать не будет.

Звуковой генератор (блок 3) собран на транзисторах

$T_1$  ( $RC$  — генератор),  $T_2$  и  $T_3$  (усилители). Служит для подачи звукового сигнала с помощью телефона  $Tл$  по окончании выполнения каждого задания.

Кнопка  $КН_1$  (блок 1) имеет одну контактную группу. На рисунке 57 обозначена цифрой 4 с надписью «Кнопку нажать и получить задание».

Кнопка  $КН_2$  (блок 3) имеет две контактные группы. На рисунке 57 обозначена цифрой 11. Кнопку  $КН_2$  нажимает учитель после выполнения учеником задания, чтобы узнать оценку и вопросы, на которые ученик ответил правильно. Это в том случае, когда реле времени  $PВ$  прекратило свою работу.

Контакты  $КН_2^1$  замыкают цепь звукового генератора и ламп  $Л_1—Л_5$ .

Контакты  $КН_2^2$  замыкают цепь ламп  $Л_6—Л_9$ .

Кнопки  $КН_3$  и  $КН_4$  (блоки 1 и 2) имеют по две контактные группы. На рисунке 57 они обозначены цифрой 9. Это кнопки первого и второго наводящих вопросов. Их нажимает отвечающий, когда желает получить соответствующий наводящий вопрос.

Контакты  $КН'_3$  и  $КН'_4$  (блок 2, внизу) замыкают цепи реле  $P_{1нв_1}$  и  $P_{1нв_2}$ .

Контакты  $КН_3^2$  и  $КН_4^2$  (блок 1, слева, внизу) замыкают цепь шагового искателя  $ШИ_1$ .

Кнопка  $КН_5$  (блок 5) замыкает входную цепь блока питания  $OM-2$ , когда лист из оргстекла накладывается на окно 1 (см. рис. 57). Служит для предупреждения нечестности со стороны отвечающего. Если он пытается поднять лист из оргстекла и подсмотреть лист заданий (программу), в котором есть и ответы на вопросы, то  $OM-2$  отключается от сети — разблокируется реле  $P_с$ . Включить  $OM-2$  сможет только учитель с помощью ключа, который вставляется в замочную скважину 12 (см. рис. 57) и накоротко замыкает контакты  $К$  ключа (блок 5, внизу).

Контакты  $П_1^1$  (блок 4) служат для установки времени срабатывания  $PВO$ .

Контакты  $П_1^2$  (блок 5) имеют такое же назначение, как и кнопка  $КН_5$  — для предупреждения нечестности со стороны отвечающего. Если он пожелает увеличить себе время ответа, то  $OM-2$  отключается от сети. Свободные контакты 2 и 4 служат для более надежного размыкания цепи.

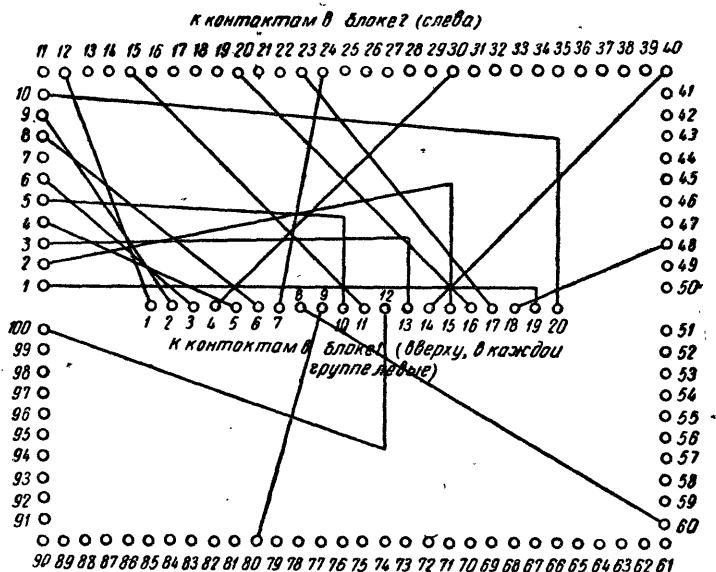


Рис. 64.

Лампы  $L_{нв1}$  и  $L_{нв2}$  (блок 2) называются «лампа первого наводящего вопроса» и «лампа второго наводящего вопроса». Они загораются в том случае, если ОМ-2 имеет наводящие вопросы к данному вопросу, и гаснут сразу же, как только эти наводящие вопросы взяты. Лампа  $L_{вви}$  (блок 2) включается за 15 сек до истечения времени, положенного на ответ, и гаснет при поступлении ответа или по истечении этого времени.

Лампы  $L_1—L_5$  (блок 3) — это лампы оценок «1», «2», «3», «4» и «5».

Лампы  $L_6—L_9$  (блок 3) — это лампы первого, второго, третьего и четвертого соответственно вопросов одного задания. Они загораются при нажатии кнопки  $КН_2$ , если ответы на эти вопросы были даны правильные.

Источник питания находится в блоке 5. Концы проводов, идущие от источника питания, обозначены стрелками с цифрами от 0 до 10. Такое же обозначение имеют концы проводов, идущие к источнику питания в блоках. Светлыми кружками с цифрами обозначены контакты контактных пластин или контакты, присоединяемые к контактным пластинам.

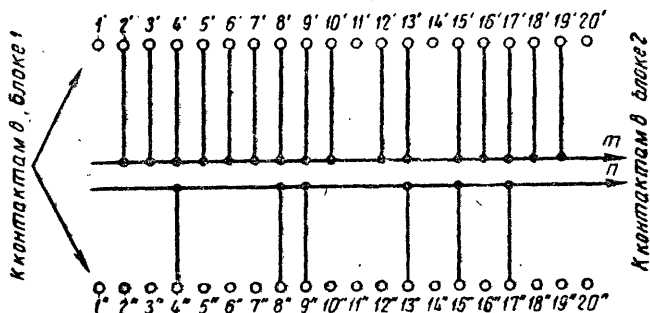


Рис. 65.

Контактная пластина большая имеет 120 контактов. Они располагаются на двух одинаковых пластинках, вырезанных из текстолита толщиной 1 мм. Сложенные вместе пластины раскрываются, как книжка. Их кладут на стол и проводом ПЭВ-0,25 соединяют 20 контактов вопросов соответственно с 20 контактами ответов. Потом пластинки складывают и скрепляют. Схема соединения контактов для программы (таблица 3) показана на рисунке 64. Контакты изготовлены из тонкой жести.

Контактная пластина меньшая имеет 42 контакта, как это показано на рисунке 65. Ввиду того что все контакты первых наводящих вопросов, имеющих в программе, соединяются вместе и присоединяются к контакту  $m$ , а также все контакты вторых наводящих вопросов соединяются вместе и присоединяются к контакту  $n$ , конструкция этой пластины оказывается очень простой. На пластинку из оргстекла или текстолита толщиной 4 мм наклеивают с обеих сторон металлическую фольгу, алюминиевую или станиоловую. Одна сторона контактной пластины будет относиться к первым наводящим вопросам, а другая — ко вторым. В том месте, где контактная пластина касается контактов (в контактной щели), соответствующих тем наводящим вопросам, которых нет в программе, участок металлической фольги вырезается. Упрощение конструкций этой контактной пластины привело к некоторому усложнению схемы блока 1. Оно заключается в добавлении развязывающих диодов (блок 1, вверху), обозначенных следующим образом: у 1-й контактной группы диоды  $D_1$  и  $D'_1$ , у 2-й контактной группы

— $D_2$  и  $D'_2$  и т. д., у 20-й контактной группы —  $D_{20}$  и  $D'_{20}$ .

В контактные щели 2 (см. рис. 57) вставляют контактные пластины. За щелью, по обе стороны от нее расположены контакты. Одна щель имеет 120 контактов: 20 контактов для вопросов (блок 1, вверху, в каждой группе левые) и 100 контактов ответов (блок 2, слева). Другая щель имеет 42 контакта: 20 контактов первых наводящих вопросов (блок 1, вверху, в каждой группе средние), 20 контактов вторых наводящих вопросов (блок 1, вверху, в каждой группе правые) и 2 контакта  $m$  и  $n$  в блоке 2, справа.

Все контакты щелей собраны из контактных групп заводского изготовления. Подобные контактные группы можно изготовить самостоятельно. Нетрудно придумать и другие способы соединения контактов с контактными пластинами. Форма и размеры контактных пластин в этих случаях могут быть различными.

### § 3. Работа ОМ-2

Учитель подходит к ОМ-2, вставляет лист заданий и контактные пластины, как это было описано в § 1. Затем устанавливает ручкой 3 (см. рис. 57) время, например, 1 мин, и вставляет ключ в замочную скважину 12. При этом замыкаются контакты  $K$  ключа (блок 5), реле  $P_c$  самоблокируется и ОМ-2 готова к работе.

Шаговые искатели  $ШИ_1$ ,  $ШИ_2$  и  $ШИ_3$  находятся в положениях, указанных на схемах (рис. 59, 60 и 61).

При эксплуатации ОМ-2 могут представиться следующие случаи, которые здесь будут последовательно рассмотрены:

- а) отвечающий нажимает кнопку  $КН_1$  (блок 1, внизу) и ничего не делает;
- б) отвечающий дает неправильный ответ до предупреждения «Ваше время истекает». Наводящие вопросы не берет;
- в) отвечающий дает неправильный ответ после предупреждения «Ваше время истекает». Наводящие вопросы не берет;
- г) отвечающий берет наводящие вопросы, но дает неправильный ответ;
- д) отвечающий дает правильный ответ без наводя-

щих вопросов до предупреждения «Ваше время истекает»;

е) отвечающий дает правильный ответ без наводящих вопросов после предупреждения «Ваше время истекает»;

ж) отвечающий берет наводящие вопросы и дает правильный ответ.

Рассмотрим их по порядку:

а) отвечающий нажимает кнопку  $КН_1$  (блок 1, внизу) и ничего не делает.

Он только смотрит на окно, в котором появился 1-й вопрос первого задания. Вначале рассмотрим, что произошло в ОМ-2 при нажатии кнопки  $КН_1$ . Цепь шагового искателя  $ШИ_2$  замкнулась, и он перешел в положение 2. При этом сработало реле  $P_1$  (блок 1, слева) и разомкнулась цепь самоблокирующихся реле  $P_a$ ,  $P_b$ ,  $P_v$  и  $P_r$ . Загорелась лампа  $L_1$  (блок 1), подсвечивающая 1-й вопрос программы. Через диод  $D_1$  и контакт  $1'$  напряжение на реле  $P_{2нв1}$  не подается, так как к этому вопросу нет наводящих вопросов и, следовательно, в контактной пластине цепь реле  $P_{2нв1}$  должна быть разомкнута. Срабатывают реле  $P_{врв}$  и  $P'_{врв}$  (блок 2), и при этом включается РВО (блок 4).

Через 45 сек срабатывает РВО (блок 4) и замыкается цепь реле  $P_{вр2}$ , оно срабатывает (блок 2, внизу) и при этом замыкает цепь РВВВИ (блок 4), загорается лампа  $L_{вви}$  (блок 2, справа), замыкается цепь разряда конденсатора  $C_4$  (блок 4).

Через 15 сек срабатывает РВВВИ и замыкает цепь реле  $P_{во1}$  (блок 2, слева), оно самоблокируется; срабатывает реле  $P_{пром2}$  (блок 2), замыкается цепь самохода шагового искателя  $ШИ_1$  (блок 1, внизу), и он переходит из положения 1 в положение 4, где цепь реле  $P_{пром2}$  замыкается. При этом загорается лампа  $L_1^0$  (блок 1), подсвечивающая ответ на первый вопрос, срабатывает реле  $P_2$ . При срабатывании реле  $P_{пром2}$  замыкаются и размыкаются еще цепи разряда конденсаторов  $C_1$ ,  $C_2$  и  $C_4$  (блок 4). При срабатывании  $P_{во1}$  замыкается также цепь РВВО, размыкается цепь реле  $P_{пром1}$  (блок 2, сверху), размыкается цепь РВО (блок 4).

Через 10 сек срабатывает РВВО (блок 4), замыкаются контакты 3 и 4 контактного ряда  $к_5ШИ_1$  (блок 2,

слева), срабатывает реле  $P_{\text{пром}2}$ , замыкается цепь самохода шагового искателя  $ШИ_1$  (блок 1, внизу) и он переходит из положения 4 в положение 5. При этом размыкается цепь реле  $P_{\text{пром}2}$ , срабатывает реле  $P_{\text{ши}2}$  (блок 1, внизу) и шаговый искатель  $ШИ_2$  переходит в положение 3. Когда шаговый искатель  $ШИ_2$  переходит из положения 2 в положение 3, то размыкаются цепи реле  $P_{\text{врв}}$  и  $P'_{\text{врв}}$  и разблокируется реле  $P_{\text{во}1}$ . В положении 5 шагового искателя  $ШИ_1$  срабатывает реле  $P_{\text{ШИ}1}$  (блок 1, внизу) и шаговый искатель  $ШИ_1$  переходит из положения 5 1-й контактной группы в положение 1, но уже 2-й контактной группы шагового искателя  $ШИ_1$ . Теперь уже загорается лампа  $L_2$ , подсвечивающая 2-й вопрос программы. Лампа  $L_2$  и вся 2-я контактная группа шагового искателя  $ШИ_1$ , в которой она находится, на схеме (блок 1) не показаны. Как видно из таблицы (блок 1, справа, внизу), 2-я контактная группа находится под 6-й — в контактном ряду  $k_2ШИ_1$ . На нее теперь и будет подаваться напряжение через контакт 3 контактного ряда  $k_1ШИ_2$ . Из этого должно быть понятно, почему номера контактных групп, соответствующие номерам вопросов, располагаются в шахматном порядке. В окне 1 (рис. 57) нет необходимости располагать вопросы в таком же порядке. Они расположены по 4 вопроса одного задания в каждом горизонтальном ряду. При прохождении шаговым искателем  $ШИ_1$  положения 5 срабатывает также реле  $P_{\text{пром}5}$  (блок 1, внизу) и размыкается цепь реле  $P_{\text{пром}2}$ , при срабатывании которого замыкались цепи разряда конденсаторов  $C_1$ ,  $C_2$  и  $C_4$  (блок 4).

Итак, отвечающий получил 2-й вопрос программы. Далее все будет происходить так же, как и прежде, до тех пор, пока ОМ-2 сама не ответит на 4-й вопрос. После этого шаговые искатели  $ШИ_1$  и  $ШИ_2$  перейдут в положение 1 и ОМ-2 будет подготовлена к выдаче второго задания (5, 6, 7 и 8-й вопросы).

б) Отвечающий дает неправильный ответ до предупреждения «Ваше время истекает». Наводящие вопросы не берет.

При нажатии кнопки  $КН_1$  произойдет все то же, что и в пункте а этого параграфа, только все это относится уже к 5-й группе шагового искателя  $ШИ_1$ , так как теперь ОМ-2 выдает 5-й по порядку (а в задании это первый) вопрос. К 5-му вопросу есть наводящий вопрос. Поэтому

через диод  $D_5$ , контакт  $5'$  (в блоке 1 не показаны) и контакты  $5'$  и  $m$  контактной пластины подается напряжение на реле  $P_{2нв1}$  (блок 2, справа). Оно срабатывает, вследствие чего загорается лампа  $L_{нв1}$  (блок 2).

Ответ на этот вопрос должен быть «4», но отвечающий вставляет штекер ШТ (блок 2, слева) не в гнездо 4, а в какое-то другое. Срабатывает реле  $P_{пром1}$ , срабатывает реле  $P_{пром2}$ , замыкается цепь самохода шагового искателя ШИ<sub>1</sub> (блок 1, внизу), и он переходит из положения 1 в положение 4, где цепь реле  $P_{пром2}$  размыкается, загорается лампа  $L_5^0$  (блок 1), подсвечивающая ответ на 5-й вопрос, и срабатывает реле  $P_2$ . Последнее замыкает цепь реле  $P_{во1}$  (блок 2), оно срабатывает, самоблокируется, и при этом замыкается цепь РВВО, размыкается цепь реле  $P_{2нв1}$  и лампа  $L_{нв1}$  гаснет; при срабатывании реле  $P_{пром2}$  замыкаются и размыкаются также цепи разряда конденсаторов  $C_1, C_2$  и  $C_4$  (блок 4).

Через 10 сек срабатывает РВВО (блок 4), и дальше все происходит подобно тому, как это описано в пункте а этого параграфа, только теперь уже загорается лампа  $L_6$  (блок 1), подсвечивающая 6-й вопрос программы.

в) Отвечающий дает неправильный ответ после предупреждения «Ваше время истекает». Наводящие вопросы не берет.

Итак, отвечающий получил 6-й вопрос программы. Лампа  $L_{нв1}$  (блок 2) горит по причине, описанной в пункте б этого параграфа

Через 45 сек срабатывает РВО (блок 4) и замыкается цепь реле  $P_{вр2}$  (блок 2, внизу). При этом замыкается цепь РВВИ (блок 4), загорается лампа  $L_{вви}$  (блок 2, справа), замыкается цепь разряда конденсатора  $C_4$  (блок 4).

Ответ на этот вопрос должен быть «8», но отвечающий дает неправильный ответ. В дальнейшем все происходит подобно тому, как это описано в пункте б этого параграфа, т. е. ОМ-2 показывает ответ на 6-й вопрос, выдерживает его в течение 10 сек и потом дает 7-й вопрос.

г) Отвечающий берет наводящие вопросы, но дает неправильный ответ.

В этом случае ОМ-2 не снижает оценку отвечающему, но, что происходит при нажатии кнопок  $КН_3$  и  $КН_4$  (бло-



ки 1 и 2), когда он получает наводящие вопросы, будет сказано в пункте ж.

д) Отвечающий дает правильный ответ без наводящих вопросов до предупреждения «Ваше время истекает».

В пункте в мы остановились на том, что ОМ-2 выдает 7-й вопрос. Ответ на этот вопрос должен быть «24» (табл. 3). Отвечающий вставляет штекер ШТ в гнездо 24 (блок 2, слева). Срабатывают реле  $P_{\text{пром}_1}$ ,  $P_3$  и  $P_{\text{ши}_3}$ .

При срабатывании реле  $P_3$  и  $P_{\text{ши}_3}$  замыкается цепь шагового искателя ШИ<sub>3</sub> и он делает шаг, переходя из положения 1 в положение 2; на вход одновибратора  $T_6, T_7$  (блок 3, внизу) подается отрицательный импульс (замыкаются контакты  $\kappa_4 P_{\text{ши}_3}$ ), и ИУ вызывает два срабатывания реле  $P_{\text{но}}$ . В результате этого шаговый искатель ШИ<sub>3</sub> делает еще два шага, переходя в положение 4. Таким образом, при правильном ответе без наводящих вопросов шаговый искатель ШИ<sub>3</sub> делает всегда три шага. При четырех таких ответах шаговый искатель ШИ<sub>3</sub> перешел бы в положение 13, что соответствовало бы оценке «5». При срабатывании реле  $P_3$  и  $P_{\text{ши}_3}$  размыкается также цепь реле  $P_2$  (блок 1, слева), замыкается цепь реле  $P_{\text{пром}_3}$  (блок 2) и оно самоблокируется, замыкаются контакты 3 и 4 контактного поля  $\kappa_5 ШИ_1$ , замыкается реле  $P_{\text{в}}$  (блок 3, справа). Оно самоблокируется и подготавливает цепь лампы  $L_8$  (блок 3, сверху) к включению.

При срабатывании реле  $P_{\text{пром}_1}$  (блок 2, сверху) срабатывает и реле  $P_{\text{пром}_2}$  (блок 2, внизу, слева), замыкается цепь самохода шагового искателя ШИ<sub>1</sub> (блок 1, внизу) и он переходит из положения 1 в положение 5, так как контакты 3 и 4 ( $\kappa_5 ШИ_1$ ) замкнуты. Как видим, при правильном ответе ОМ-2 не дает ответ на этот вопрос, а подготавливается к выдаче следующего вопроса. При срабатывании реле  $P_{\text{пром}_2}$  замыкаются и размыкаются цепи разряда конденсаторов  $C_1, C_2$  и  $C_4$  (блок 4), а при срабатывании реле  $P_{\text{пром}_1}$  замыкается цепь самоблокировки реле  $P_{\text{пром}_5}$ .

Когда шаговый искатель ШИ<sub>1</sub> придет в положение 5 7-й контактной группы (так как ответ давался на 7-й вопрос), то при этом размыкается цепь реле  $P_{\text{пром}_2}$  сра-

батывает реле  $P_{\text{пром}5}$ , срабатывает реле  $P_{\text{ши}2}$  (блок 1, внизу) и шаговый искатель  $\text{ШИ}_2$  переходит из положения 4 в положение 5. При этом размыкаются реле  $P_{\text{врв}}$  и  $P'_{\text{врв}}$  и цепь РВО. Срабатывает также реле  $P_{\text{ши}1}$  (блок 1, внизу), и шаговый искатель  $\text{ШИ}_1$  переходит из пятого положения 7-й контактной группы в первое положение 8-й контактной группы. Загорается лампа  $L_8$  (в блоке 1 не показана), подсвечивающая 8-й вопрос программы.

Итак, отвечающий получил 8-й вопрос программы.

е) Отвечающий дает правильный ответ без наводящих вопросов после предупреждения «Ваше время истекает».

Отвечающий получил 8-й вопрос программы (а в задании это последний, четвертый вопрос). Через 45 сек срабатывает РВО (блок 4) и замыкается цепь реле  $P_{\text{вр}2}$  (блок 2, внизу). При этом замыкается цепь РВВИ (блок 4), загорается лампа  $L_{\text{вви}}$  (блок 2, справа) и замыкается цепь разряда конденсатора  $C_4$  (блок 4).

Ответ на этот вопрос должен быть «60» (табл. 3).

Отвечающий вставляет штекер ШТ в гнездо 60 (блок 2, слева). Срабатывают реле  $P_{\text{пром}1}$ ,  $P_3$ ,  $P_{\text{ши}3}$  и в дальнейшем все происходит подобно тому, как это описано в пункте д этого параграфа. В результате этого шаговый искатель  $\text{ШИ}_3$  (блок 3) перейдет из положения 4 в положение 7; шаговый искатель  $\text{ШИ}_1$  из первого положения 8-й контактной группы (блок 1) перейдет в 1 первое положение 9-й контактной группы; шаговый искатель  $\text{ШИ}_2$  из положения 5 перейдет в положение 1, сработают реле  $P_{\text{вв}}$  (блок 1), РВ (блок 4) и на 5—8 сек включится звуковой генератор, подавая звуковой сигнал о том, что задание окончено. Одновременно будет гореть лампа  $L_3$ , показывая оценку «3» за два (из четырех) правильных ответа. Здесь имеется в виду, что один ученик выполнял все второе задание программы, описанное в пунктах б, в, д и е этого параграфа.

Если спустя 5—8 сек нажать кнопку  $КН_2$  (блок 3), то при этом снова покажется оценка (замкнется цепь лампы  $L_3$ ) и одновременно загорятся лампы  $L_8$  и  $L_9$  (блок 3), указывая на то, что отвечающий правильно ответил на третий и четвертый вопросы.

ж) Отвечающий берет наводящие вопросы и дает правильный ответ.

Чтобы получить 9-й вопрос, т. е. первый вопрос третьего задания, отвечающий должен нажать кнопку  $КН_1$  (блок 1, внизу). Замыкается цепь шагового искателя  $ШИ_2$ , и он из положения 1 переходит в положение 2. При этом срабатывает реле  $P_1$ , размыкается цепь реле  $P_B$  и  $P_T$  (блок 3, справа, внизу). В результате этого реле разблокируются; срабатывает реле  $P_{сх}$  (блок 3, слева), замыкается цепь самохода шагового искателя  $ШИ_3$ , и он начинает «шагать» из положения 7 до исходного положения 1, где напряжение на реле  $P_{сх}$  не подается. Этим осуществляется сброс оценки за предыдущее задание. Кроме того, загорается лампа  $L_9$  (в блоке 1 не показана), подсвечивающая 9-й вопрос программы. Через диод  $D_9$ , контакт  $9'$  (в блоке 1 не показаны, как и все другое, относящееся к 9-й контактной группе) и контакты  $9'$  и  $m$  контактной пластины подается напряжение на реле  $P_{2нв1}$  (блок 2, справа), оно срабатывает и загорается лампа  $L_{нв1}$  (блок 2, сверху). Замыкается также цепь реле  $P_{врв}$  и  $P'_{врв}$  (блок 2) и включается РВО.

Отвечающий берет первый наводящий вопрос. Для этого он нажимает кнопки  $КН_3$  (блоки 1 и 2). Шаговый искатель  $ШИ_1$  переходит из положения 1 в положение 2 и включает лампу  $L_{9'}$ , подсвечивающую первый наводящий вопрос. Через диод  $D_{9'}$ , контакт  $9''$  и контакты  $9''$  и  $n$  контактной пластины подается напряжение на реле  $P_{2нв2}$ . Оно срабатывает, и загорается лампа  $L_{нв2}$ ; указывающая на то, что к этому вопросу есть и второй наводящий вопрос. Кроме того, срабатывают и самоблокируются реле  $P_{1нв1}$  и  $P'_{1нв1}$ , размыкается цепь реле  $P_{2нв1}$  и лампа  $L_{нв1}$  гаснет, размыкается входная цепь одновибратора  $T_4, T_5$  (блок 3).

Отвечающий берет и второй наводящий вопрос. Для этого он нажимает кнопку  $КН_4$ . Шаговый искатель  $ШИ_1$  переходит в положение 3 и включает лампу  $L_{9''}$ , подсвечивающую второй наводящий вопрос; срабатывают и самоблокируются реле  $P_{1нв2}$  и  $P'_{1нв2}$ , размыкается цепь реле  $P_{2нв2}$ , и лампа  $L_{нв2}$  гаснет, размыкается входная цепь одновибратора  $T_6, T_7$ , т. е. входная цепь всего ИУ.

Ответ на этот вопрос должен быть «80». Отвечающий вставляет штекер  $ШТ$  в гнездо 80.

Срабатывают реле  $P_{\text{пром}_1}$ ,  $P_3$  и  $P_{\text{ши}_3}$ . В дальнейшем все происходит подобно тому, как это описано в пункте  $d$  этого параграфа, за исключением того, что шаговый искатель  $\text{ШИ}_3$  делает всего лишь один шаг, переходя в положение 2. Так как ИУ разомкнуто, шаговый искатель  $\text{ШИ}_3$  не делает ни одного шага.

В результате шаговый искатель  $\text{ШИ}_2$  переходит в положение 3, а шаговый искатель  $\text{ШИ}_1$  в первое положение 10-й контактной группы. Загорается лампа  $L_{10}$ , подсвечивающая 10-й вопрос программы, и т. д.

Если бы отвечающий брал только один первый наводящий вопрос, то легко видеть, что шаговый искатель  $\text{ШИ}_3$  сделал бы еще один шаг. В этом случае импульс от одновибратора  $T_4$ ,  $T_5$  не поступает, так как вход его разомкнут.

При данном соединении контактов контактного ряда  $\kappa_1\text{ШИ}_3$  оценку «4» отвечающий может получить в том случае, если ответит правильно на три вопроса без наводящих вопросов или ответит правильно на все четыре вопроса, но при этом возьмет от 1 до 3 наводящих вопросов.

При желании можно изменить критерий оценок, иначе соединив контакты контактного ряда  $\kappa_1\text{ШИ}_3$ .

Есть еще несколько вопросов, касающихся работы ОМ-2. Например, что произойдет, если, получив вопрос, отвечающий нажмет кнопку  $\text{КН}_1$  или будет брать наводящие вопросы (нажимать кнопки  $\text{КН}_3$ ,  $\text{КН}_4$ ), когда их в программе нет? Ознакомившись с работой ОМ-2, читатель сам сможет ответить на подобные вопросы.

#### § 4. Детали и налаживание ОМ-2

Все детали перед установкой должны быть проверены. Данные шаговых искателей и реле указаны в § 2.

Все резисторы во всех блоках типа ВС-0,25, кроме резисторов  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_9$  в блоке 4,  $R_1$ — $R_6$  в блоке 5, которые взяты типа МЛТ-2.

Электролитические конденсаторы в блоке 1, блоке 2, блоке 3 и  $C_3$  в блоке 4 типа «Тесла» и «ЭМ» с рабочим напряжением 30 в. Остальные конденсаторы в блоке 3 типа ПСО. Конденсаторы  $C_1$  и  $C_2$  в блоке 4 типа КБГ с рабочим напряжением 200 в, конденсатор  $C_4$  — электролитический с рабочим напряжением 150 в.

Все диоды в блоке 1 типа Д7Б, а в блоке 3 типа Д9. В блоке 5 диоды  $D_1—D_{12}$  типа Д202, диоды  $D_{13}—D_{32}$  типа Д7Б, диоды  $D_{33}—D_{36}$  типа Д7Ж.

Лампы накаливания в блоке 1, блоке 2 и блоке 3 все 26-вольтовой серии. Штекер ШТ и гнезда взяты из телефонного коммутатора.

Трансформатор  $Tr$  (блок 5) собран на железе Ш30×42. Числа витков указаны в таблице 4.

Таблица 4

Номер обмотки	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Число витков	800	92	92	92	100	40	26	76	50	26
Диаметр провода, мм	0,33	0,44	0,44	0,44	0,8	0,33	0,44	0,44	0,15	0,44

Как было сказано в §1, пластина из органического стекла, которая накладывается на лист заданий, покрыта с одной стороны слоем черного нитролака. Его наносят тонким слоем при помощи пульверизатора так, чтобы через него не было видно содержания листа задания без подсвета снизу.

Налаживание надо начать с проверки омметром всех цепей схемы. Потом отсоединить от нагрузок все провода 1—10 (блок 5). Отсоединить от выпрямительных мостов по одному проводу, идущему от обмоток II—X.

Проверить цепь обмотки I трансформатора  $Tr$  (блок 5). Переключатель  $П_1$  поставить в положение 1, 3 или 5, на окно 1 наложить пластину из оргстекла (для замыкания кнопки  $КН_5$ ). Вставить вилку в розетку, ключ в замочную скважину 12, повернуть его, вернуть в прежнее положение и вытащить. При этом замкнутся и разомкнутся контакты  $К$  ключа, сработает реле  $P_c$ . Цепь первичной обмотки замкнута. Должно быть слышно характерное гудение трансформатора. Проверить работу устройств, предупреждающих нечестность со стороны отвечающих. Для этого надо поднять пластину из оргстекла. Кнопка  $КН_5$  должна разомкнуться, реле  $P_c$  разблокируется, и ОМ-2 отключится от сети. Или можно повернуть переключатель  $П_1$ . В этом случае должно происходить то же самое. Далее измерить величины переменных напряжений на обмотках трансформатора. Они должны иметь примерно следующие значения (измерено тестером ТТ-1):

Таблица 5

Обмотки	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Напряжение, в	26	26	26	28	11	7	21	14	7

Проверку работы ОМ-2 следует вести по частям. Сначала проверяют работу одного выпрямителя, потом работу присоединенной к нему нагрузки. Отсоединенные от обмоток трансформатора провода присоединяют к выпрямительному мосту через предохранители, которые можно убрать только после окончательной проверки работы ОМ-2.

Для проверки выпрямителя на диодах  $D_1—D_4$  (блок 5) отсоединенный конец обмотки II через предохранитель на 1а присоединяют к выпрямительному мосту. Измеряют напряжение на емкости фильтра  $C_1$ , оно должно иметь значение примерно такое, какое указано в таблице 6.

Таблица 6

Емкость фильтров выпрямителей (блок 5)	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$	$C_7$	$C_8$	$C_9$
Напряжение при отключенной нагрузке, в	32	32	32	34	14,5	9,4	11,7	9,4	150

Вручную следует поставить шаговые искатели  $ШИ_1$ ,  $ШИ_2$  и  $ШИ_3$  в положение 1. Восстанавливают ранее разорванное соединение этого выпрямителя с нагрузкой и проверяют работу тех частей, на которые подано напряжение (блок 1 и блок 2). При этом реле  $P_{ВВ}$  должно сработать. Необходимо убедиться, что контакты  $K_{P_{ВВ}}$  замкнулись. Нажимают кнопку  $КН_3$  или  $КН_4$  и убеждаются, что шаговый искатель  $ШИ_1$  делает шаги. Замыкают контакты  $K_2 P_{ВВ}$  и проверяют работу реле  $P_{IВВ_1}$  и  $P_{IВВ_2}$ . Вручную переводят шаговый искатель  $ШИ_2$  в положение 2 и нажатием кнопок  $КН_3$  или  $КН_4$  проходят все контакты контактного ряда  $K_1 ШИ_1$ . При этом проверяют работу всех цепей, присоединенных к контактам этого контактного ряда. Потом переводят шаговый ис-

катель  $ШИ_2$  в положения 3, 4 и 5 и прodelывают аналогичную проверку.

Затем проверяют выпрямитель на диодах  $D_5—D_8$ , потом присоединяют к нему нагрузку, проверяют работу частей, на которые подано напряжение. Потом проверяют следующий выпрямитель и т. д. до тех пор, пока не будет проверена вся машина. Далее работу в целом можно проверять в режимах, рассмотренных в § 3.

ОМ-2 питается от сети напряжением 220 в. Устойчиво работает при колебании напряжения сети  $\pm 15$  в. Средняя потребляемая мощность составляет 44 вт.

## ЛИТЕРАТУРА

По методике организации технического творчества учащихся

«Автоматические устройства». Сборник статей, сост. В. Г. Разумовский. М., Учпедгиз, 1962.

Алексеев С. М. Радио в школе. М., Учпедгиз, 1953.

Борисов В. Г. Юный радиолюбитель. М., Госэнергоиздат, 1955.

Булатов Н. П. Внеклассные занятия по электротехнике. М., Учпедгиз, 1951.

Буров В. А. Опыт внеклассной работы по физике. М., Изд-во АПН РСФСР, 1953.

«Внеклассная работа по физике», под ред. Н. П. Булатова. М., Изд-во АПН РСФСР, 1955.

Войцеховский Б. Т. Развитие творчества учащихся при конструировании. М., Учпедгиз, 1962.

Гинзбург З. Б., Тарасов Ф. И. Практические работы радиолюбителя. М., Госэнергоиздат, 1949.

Гинзбург З. Б., Тарасов Ф. И. Книга начинающего радиолюбителя. М., Госэнергоиздат, 1949.

Карпинский Г. К. Кружок юных физиков, Свердловское книжное издательство, 1955.

Комский Д. М. и Столяров Ю. С. Автоматика и кибернетика в физико-техническом кружке. М., «Просвещение», 1964.

Лабутин В. К. Я хочу стать радиолюбителем. М., Госэнергоиздат, 1949.

Меншутин Н. Ф. Школьный кружок по изготовлению физических приборов. М., Учпедгиз, 1953.

«Методическое пособие для школьного конструкторского кружка», под ред. Пеннера Д. И. Свердловский гос. пединститут, 1962.

«Методическое пособие для школьного конструкторского кружка», вып. II, под ред. Пеннера Д. И. Свердловский гос. пединститут, 1963.

«Простая кибернетика». Сборник, сост. Комский Д. М. М., «Молодая гвардия», 1965.

Разумовский В. Г. Развитие технического творчества учащихся. М., Учпедгиз, 1961.

Розанов И. Г. О юных конструкторах. М., «Знание», 1961.

Сметанин Б. М. Юный радиоконструктор. М., «Молодая гвардия», 1953.

Столяров Ю. С. Автоматика и телемеханика в творчестве юных техников. М., Изд-во ДОСААФ, 1962.

Столяров Ю. С. Юные конструкторы и техническое творчество. М., Изд-во ДОСААФ, 1966.

«Техническое творчество». Сборник, сост. Сметанин Б. М., М., «Молодая гвардия», 1955.

Ухин В. А. В помощь радиолюбителю, Горьковское обл. изд-во, 1950.

Шаров Ю. В. Внеклассная работа по технике. М., Учпедгиз, 1955.

Шахмаев Н. М. Из опыта оборудования физического кабинета. М., Учпедгиз, 1957.

### По радиотехнике

Айсберг Е. Радио?.. Это очень просто! Пер. с франц. М.—Л., Госэнергоиздат, 1963.

Айсберг Е. Транзистор?.. Это очень просто! Пер. с франц. М.—Л., «Энергия», 1964.

Большов В. М. Налаживание радиоприемников. М., Госэнергоиздат, 1963.

Гумеля Е. Б. Налаживание транзисторных приемников. М., «Энергия», 1966.

Ломанович В. А., Румянцев М. М. Пособие для подготовки мастеров по ремонту радиоприемников. М., Изд-во ДОСААФ, 1964.

Румянцев М. М. Любительские карманные приемники. М., Изд-во ДОСААФ, 1964.

Румянцев М. М. Практика налаживания любительских карманных приемников. М., Изд-во ДОСААФ, 1965.

«Справочник начинающего радиолюбителя», под ред. Малинина Р. М. М., Госэнергоиздат, 1961.

Светлаков Л. И. Справочник по малогабаритным радиоприемникам. М., Изд-во ДОСААФ, 1966.

Степаненко И. П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем. М., Госэнергоиздат, 1963.

Терещук Р. М., Домбругов Р. М., Босый Н. Д. Справочник радиолюбителя, Киев, Гос. издат. техн. литературы УССР, 1961.

Хайкин С. Э. Словарь радиолюбителя. М., Госэнергоиздат, 1960.

«Хрестоматия радиолюбителя», сост. Писаржевский И. И. и Бурлянд В. А. М., Госэнергоиздат, 1957.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение . . . . .	3
Глава I. Содержание и организация работ в кружке с начинающими . . . . .	6
§ 1. Первые занятия . . . . .	8
§ 2. Изготовление частей приемника НР-4 и его сборка. . . . .	13
§ 3. Изучение приемника НР-4 . . . . .	23
§ 4. Усовершенствование приемника . . . . .	42
§ 5. Элементы автоматических устройств . . . . .	49
Глава II. Организация работы учащихся в кружке . . . . .	56
§ 1. Метод коллективного творчества . . . . .	—
§ 2. Тематика работ в кружке . . . . .	62
Глава III. Некоторые конструкции радиофизического кружка . . . . .	65
§ 1. Серия приемников начинающего радиолюбителя (НР): НР-3, НР-4, НР-5 . . . . .	—
§ 2. Серия приемников РИО (радиолюбителя, имеющего опыт): РИО-1, РИО-2, РИО-3, РИО-4 . . . . .	72
§ 3. Переносный усилитель низкой частоты на транзисторах . . . . .	77
§ 4. Звуковой генератор на транзисторах . . . . .	80
§ 5. Автоматический регулятор температуры . . . . .	81
§ 6. Автоматический регулятор температуры АРТ-3 . . . . .	85
Глава IV. Обучающая машина ОМ-2 . . . . .	89
§ 1. Общие сведения . . . . .	—
§ 2. Назначение отдельных частей ОМ-2 . . . . .	102
§ 3. Работа ОМ-2 . . . . .	116
§ 4. Детали и налаживание ОМ-2 . . . . .	123
Литература . . . . .	127

*Виктор Петрович Белов*

### РАДИОФИЗИЧЕСКИЙ КРУЖОК

Редактор *Л. Л. Величко*. Обложка *Е. В. Шворак*. Художественный редактор *А. В. Сафонов*. Технический редактор *В. В. Новоселова*. Корректор *Р. Б. Штутман*. Сдано в набор 3/VI 1968 г. Подписано в печать 12/II 1969 г. 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Типографская № 2. Печ. л. 6,72 (4,0). Уч.-изд. л. 6,37. А00647. Тираж (Пл. 1969 г. № 169). Зак. 4450. Издательство «Просвещение» Комитета по печати при Совете Министров РСФСР. Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41. Областная типография Ивановского управления по печати, г. Иваново, Типографская, 6. Цена 17 коп.