

ЭЛЕКТРОМУЗЫКАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Электромусыка как область музыкального искусства возникла в 1921 году, с момента появления **терменвокса**, построенного нашим соотечественником Л. С. Терменом. В терменвоксе, впервые в истории музыкальной культуры, были применены методы бесконтактного управления высотой и громкостью звука. Приближая руку к вертикальной антенне, музыкант мог повысить тон, изменяя его высоту в пределах всего диапазона звуковых частот. После терменвокса в 1922 г. появился первый грифовый электромусыкальный инструмент — **виолена**. Его авторы — инженеры В. И. Волинкин и В. А. Гуров для управления высотой звука применили гриф—реостат. В отличие от терменвокса здесь удалось получить плавные переходы от звука к звуку (игра способом «легато») без скользяния частоты («глиссандо»). Кроме того, на виолене удалось добиться более точного управления мелодией, играть пассажи, неисполнимые на терменвоксе. Но вместе с этим в виолене оказались и свои недостатки: щелчки при игре легато и более грубое вибрато. В схеме виолены основную роль играл релаксационный генератор на газоразрядной лампе. Для управления частотой этого генератора применялась электронная лампа, представляющая собой переменное сопротивление. Величина этого сопротивления зависела от напряжения на сетке, которое изменялось с помощью реостатного грифа. Большое количество гармоник, содержащихся в выходном напряжении этого генератора, обеспечило эффективную работу резонансных контуров, управляющих тембром. После виолены зазвучал **сонар** Н. С. Ананьева. Этот инструмент отличался от терменвокса не только наличием грифа, но и тем, что частоты интерференционного генератора были выбраны более низкими (порядка двадцати килогерц). Последующие грифовые электромусыкальные инструменты, **эмиритон** А. В. Римского-Корсакова, А. А. Иванова и В. П. Держковича и **эквордин** А. А. Володина по принципу действия их генераторной основы были сходны с виолой. В 1937 году в Московской консерватории появился первый клавишный одноголосный электромусыкальный инструмент —

И. Симонов,
канд. искусствовед. наук

компаноло. После этого клавишное управление высотой тона было введено в **эмиритон** и **эквордин**. В тридцатых годах электрические музыкальные инструменты использовались на концертных эстрадах и в радиостудиях. Опытные музыканты И. М. Варовия, А. А. Иванов, К. И. Ковальский и другие работали над классическим репертуаром, создавая интересные переложения музыкальных произведений для новых инструментов. Однако ряд недостатков, существовавших тогда электромусыкальных инструментов, препятствовал широкому применению их в нашей музыкальной жизни.

К этим недостаткам относятся: малая надежность инструментов в эксплуатации, значительная нестабильность строя и «электрический акцент», вызванный резкими переходными процессами при игре приемом легато. После войны конструирование электромусыкальных инструментов возобновилось. Институт звукозаписи разработал два типа многоголосных клавишных инструментов, **электронный гармоним** и **кристадин**, а также сконструировал аппараты позывных сигналов, **электро-колокола**, **шумофоны**. Все эти инструменты нашли широкое применение в радиовещании и кино студиях. Наряду с ними в качестве сольного инструмента применяется **эквордин**, за который его автору А. А. Володину на Брюссельской выставке в 1958 году была присуждена золотая медаль. Среди работ молодых специалистов можно упомянуть **эолу** М. Леонтовича, выполненную в Харьковском университете.

Электрические музыкальные инструменты имеют большое будущее. Их база — современная электроника — продолжает свое бурное развитие, обеспечивая дальнейшее совершенствование новых музыкальных инструментов.

Перед радиолюбителями открылось новое широкое поле деятельности — электромусыка, одна из увлекательнейших областей радиоэлектроники. Усилия изобретателей и радиолюбите-

лей должны привести к тому, что электромусыкальные инструменты займут прочное место в современном симфоническом оркестре. Публикуемая ниже статья имеет целью познакомить радиолюбителей с основными свойствами музыкального звука, что важно знать при конструировании электромусыкальных инструментов.

Основные свойства музыкального звука

Каждый музыкальный звук характеризуется высотой, громкостью и тембром. **Высотой звука** называется такое его качество, по которому мы различаем между собой звуки одного и того же музыкального инструмента, воспроизводимые с одинаковой громкостью. Высота звука определяется геометрическими размерами вибраторов. Наиболее распространены вибраторы в виде струн, столбов воздуха, натянутых мембран, стержней. Если мы проведем смычком по открытой (не прижатой к грифу) струне скрипки, то услышим звук определенной высоты. Теперь сократим действующую часть струны вдвое, прижав ее в соответствующей точке к грифу, тогда при движении смычка возникает звук, очень похожий на предыдущий, но более высокий. Частотный интервал между этими двумя звуками называется **октавой**. Он получается при изменении частоты звука вдвое. Интересно напомнить, что фон, появляющийся на выходе приемника при питании его от двухполупериодного выпрямителя звучит на октаву выше фона, возникающего за счет наводок от силового трансформатора на выходной трансформатор. Диапазоны музыкальных инструментов и человеческих голосов измеряются в октавах. Так, например, диапазон роля равен $7\frac{1}{3}$ октавы. В центре его клавиатуры (рис. 1) находится октава, начинающаяся со звука *до* и кончающаяся звуком *си*. Эту октаву принято называть первой. Далее вверх идут вторая, третья и четвертая октавы (плюс один звук пятой), а вниз малая, большая и контр-октава. В самом нижнем участке диапазона роя-



Рис. 1

ля имеются три клавиши суб-контр-октавы. Октава в современной музыке делится на двенадцать равных частей-полутонов. Поэтому в каждой октаве рояля укладывается двенадцать клавиш. Из них семь белых (до, ре, ми, фа, соль, ля, си) и пять черных: до диез (ре бемоль), ре диез (ми бемоль), фа диез (соль бемоль), соль диез (ля бемоль) и ля диез (си бемоль). На рис. 2 показаны звуки первой октавы, их наименования и частоты настройки. Наименьшее возможное изменение частоты колебаний струн при игре на рояле составляет примерно $\pm 6\%$. Изменению высотного интервала на полутона соответствует изменение частоты на эти 6%. Помимо октавы большое значение име-

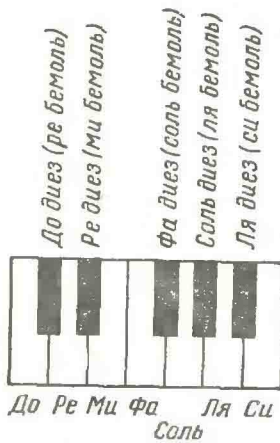


Рис. 2

ет интервал квинты. Это — основной интервал, применяемый при настройке клавишных инструментов на слух. В квинте содержится семь полутонов.

Громкость звука. Слуховой аппарат человека обладает наибольшей чувствительностью в области частот от 1000 гц до 4000 гц. Поэтому громкость любого тона оценивается при ее сравнении с громкостью простого тона частотой в 1000 гц. Уровнем громкости считается уровень интенсивности звука в 1000 гц столь же громкого, как измеряемый звук. Этот уровень отсчитывается от условного нуля, за который принимается громкость тона в 1000 гц при его интенсивности, равной $10-16 \text{ вт/см}^2$ (звуковое давление 20 н/м^2). Единичей уровня громкости является фон. Если частота равна 1000 гц, то 1 фон равен 1 децибеллу. Для характеристики громкости музыкальных звуков приведена таблица 1 громкостей, соответствующих общепринятым музыкальным оттенкам.

Таблица 1

Динамические оттенки	Громкость, дб
пиано-пианиссимо	30
пианиссимо	40
пиано	50
меццо-пиано	60
меццо-форте	70
форте	80
фортиссимо	90

При громкости больше 120 дб слуховой аппарат перегружается и возникает болезненное ощущение. Динамический диапазон концертного электромузыкального инструмента должен быть не менее 60 дб. Для игры в домашних условиях будет достаточным диапазон порядка 40 дб.

Известно, что звуки одной и той же высоты можно отличить один от другого. «До» первой октавы, сыгранные сперва на трубе, а затем на гобое, резко отличаются по характеру звучания. Вот это качество, по-

воляющее различать звуки одной и той же высоты называется тембром. Богатый в тембровом отношении звук состоит из большого количества простых звуков, расположенных по натуральному звукоряду. Несмотря на это, мы фактически слышим один тон вполне определенной высоты.

Таблица 2

№ обертона	звук	октава	частота звука рояля, гц
1	до	большая	65,41
2	до	малая	130,81
3	соль	малая	196
4	до	первая	261,63
5	ми	первая	329,63
6	соль	первая	392
7	си бемоль	первая	466,18
8	до	вторая	523,25
9	ре	вторая	587,33
10	ми	вторая	659,26

Спектр звука, зависящий от состава его гармоник и их амплитуд, является основным характерным признаком того или иного тембра. Каждый музыкальный инструмент имеет свой характерный для него тембр звучания. Например, в составе звука флейты очень мало обертонов (гармоник). Совсем иначе, гораздо ярче, звучит труба. Звук трубы, сложный по своему составу, содержит много обертонов. Частоты этих обертонов образуют так называемый натуральный звукоряд. Если написать натуральный звукоряд, например, для тона до большой октавы (первая струна виолончели), то можно увидеть, что все частоты кратные. Насколько те или иные гармоники совпадают с частотами звуков стандартной настройки можно судить по данным, приведенным в таблице 2.

КЛАВИАТУРА И ДЕТАЛИ

А. Спицын, А. Степаньянц

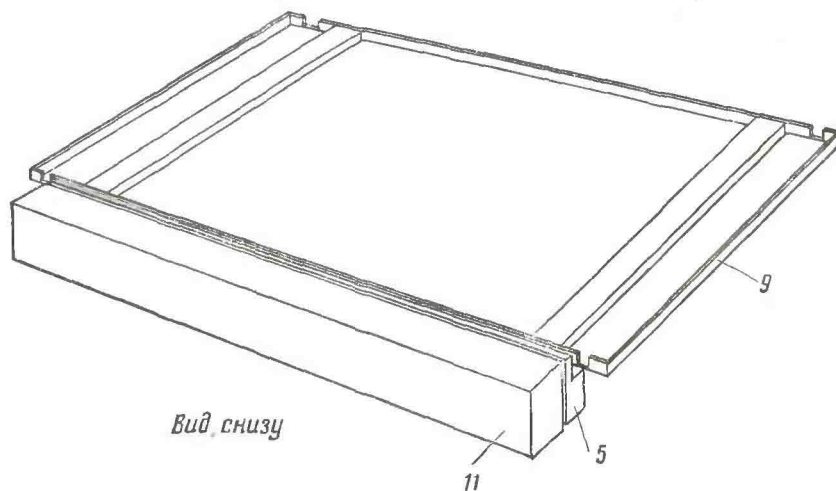
Инструмент выполнен на двух шасси, установленных одно под другим. На нижнем шасси смонтирована клавиатура, контактная система клавиатуры, все реле (за исключением четырех реле РЭС-10, включенных в цепи катодов ламп, ждущих мультивибраторов) и 12 переменных сопротивлений настройки.

Клавиатура применена от пианино, но чтобы уменьшить габариты инструмента, клавиши обрезаны так, что длина их равняется 300 мм. От полной клавиатуры пианино отделена часть клавиш, равная трем октавам, начиная с клавиши «до». Основания клавиатуры 1 и 2 с направляющими клавиш привинчиваются шурупами к нижнему шасси 9 (см. 4-ю стр. вкладки). Клавиши поднимаются с помощью пружинки 4 диаметром 6 мм, изготовленной из стальной проволоки диаметром 0,5 мм. Верхний конец пружинки прибавляют к торцу клавиши маленьким гвоздем. В шасси 9 под задним концом каждой клавиши просверлено отверстие, диаметр которого меньше диаметра пружинки 4, и пружинка как бы «ввинчивается» в это отверстие. Такая конструкция позволяет изменять рабочую длину пружины, а следовательно, и усилие, требующееся для нажатия клавиши. Чтобы все клавиши находились на одном уровне, в инструмент введен упор 8 с наклеенной на него полоской фетра 10. Изменяя высоту установки упора 8, можно регулировать глубину западания клавиши при нажатии. На конце каждой клавиши шурупом 2 мм укреплен латунный угольник 6, который является замыкающим элементом контактной системы. Вдоль торцов клавиш установлена текстолитовая пластина 3, толщиной 10 мм. На пластине, против торца каждой клавиши, лобзиком сделаны пропилы на глубину 1 мм, по четыре пропила над каждым угольником (над угольниками верхней октавы можно

делать только три пропила). В пропилах вставлены отрезки стальной хромированной или кадмированной проволоки 7 диаметром 0,5 мм таким образом, что при нажатии клавиши эти отрезки замыкались угольником 6. Отрезки проволоки закреплены в пластине 5 клеем БФ-2. К выступающим из пластины на 3—5 мм концам проволоки (левым по рисунку) припаивают провода (желательно типа МГШВ—0,14), идущие к реле. Такой же провод припаивают и к угольникам, причем, чтобы провод не перетирался при передвижении клавиш, он должен быть достаточно длинным. На принципиальной схеме замыкающий угольник изображен в виде жирной горизонтальной черточки, а отрезки проволоки в виде стрелок. Сопротивления R_{48} — R_{56} монтируются на текстолитовой пластине 5. На ней же выполняется весь монтаж межконтактных соединений.

Общий вид клавиатуры показан на вкладке, вид снизу на рис. 1,

Рис. 1 — Блок клавиатуры, вид снизу



В журнале «Радио» № 3 за текущий год было приведено описание принципиальной схемы и конструкции генераторной основы электромузыкального инструмента. Сразу после выхода журнала в редакцию начали поступать письма читателей с просьбой более подробно описать конструкцию и налаживание инструмента. По просьбе редакции авторы статьи А. Степаньянц и А. Спицын подготовили дополнительный материал по конструкции клавиатуры, данным отдельных деталей и налаживанию инструмента, который и публикуется в этом номере журнала. Конструкция педального устройства и блока питания может быть любой и зависит от индивидуальных возможностей конструктора, поэтому в статье приводится только общий вид этих узлов.

а разметка отверстий на плате 11 на рис. 2. Клавиатура и контактная система могут быть и другой конструкции, важно сохранить необходимое число контактов, замыкаемых клавишей. Конструкция самодельной клавиатуры описана в брошюре Соломина «Конструирование электромузыкальных инструментов», Госэнергоиздат, 1958 год (Массовая радиобиблиотека).

К пластине 5 прикреплено угольковое шасси, на котором смонтированы реле и переменные сопротивления подстройки инструмента.

На схеме, помещенной в журнале «Радио» № 3 за 1963 г., были допущены неточности, поэтому на рис. 3 приводится новая схема контактной системы и переключающих реле для одного одноголосного инструмента.

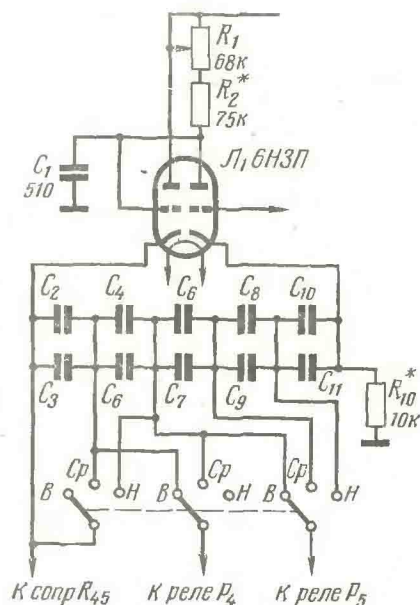


Рис. 4 — Принципиальная схема задающего генератора. Свободный контакт «Н» переключателя регистров следует соединить с контактом «Ср» (правым по схеме).

2000, 2400, 3200 гц с точностью не хуже 5%.

Корпус инструмента изготовлен из дюралюминия толщиной 1,5 мм и окрашен молотковой эмалью. Блок питания инструмента вместе с педальным устройством показан на 4-ой странице вкладки.

Налаживание инструмента

При налаживании инструмента прежде всего следует настроить задающие генераторы. Сначала нужно настроить задающий генератор первого одноголосного инструмента (звуки «до», «до диэз», «ре»). Настройку начинают со звука «ре» нижней октавы. Для этого переключатель регистров ставят в положение Н (низкий регистр), а на клавиатуре нажимают клавишу «ре» нижней октавы, что соответствует звуку «ре» большой октавы (клавишу не обязательно все время держать нажатой, так как реле P_1 — P_9 самоблокируются и к задающему генератору подключается цепь RC, определяющая настройку генератора на звук «ре» большой октавы). Изменить настройку генератора (то есть подключить к нему другую частотозадающую цепь RC можно только, нажав другую клавишу, при этом самоблокируется другое сочетание реле P_1 — P_9 и генератор настраивается на другую частоту.

При настройке задающего генератора к катоду правой половины

лампы L_2 (вывод 8) подключают осциллограф. Осциллограмма напряжения приведена на рис. 5. Перед настройкой необходимо установить движки потенциометров R_1 и R_{45} в среднее положение, а переключатель P_1 «вибратор» в крайнее правое положение («выключено»). Затем устанавливают конденсаторы C_{10} емкостью 0,1 и C_{11} емкостью 0,1 или 0,07 мкф (Для других голосов емкости этих конденсаторов соответственно должны быть равны: второй голос — 0,1 и 0,07; третий голос 0,1 и 0,05; четвертый голос — 0,1 и 0,025 мкф). Затем подбирая величину сопротивления R_{10} , нужно добиться соотношения $t/T=0,25 \pm 0,2$ (рис. 5). При увеличении сопротивления R_{10} увеличивается соотношение t/T и наоборот. Далее на горизонтальные пластины осциллографа от звукового генератора (ЗГ—12) подают напряжение с частотой, соответствующей звуку «ре» большой октавы (73,4 гц). Частоты всех других звуков приведены в таблице («Радио» №3, 1963г.). Вращая движок потенциометра R_{45} добиваются совпадения частот задающего генератора инструмента и

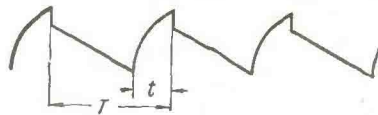


Рис. 5 — Осциллограмма напряжения на катоду правой половины лампы L_2 («Радио» № 3, 1963 г.).

звукового генератора (наблюдение ведут по фигурам Лиссажу на экране осциллографа). После настройки генератора необходимо измерить величину сопротивления R_{45} , она должна быть не менее 15 ком, и не более 35 ком. В случае отклонения величины R_{45} от указанных номиналов, необходимо изменить величину сопротивления R_2 и повторить настройку генератора потенциометром R_{15} . После окончательной настройки при дальнейшем налаживании задающего генератора изменять номиналы сопротивлений R_{10} и R_2 нельзя. Далее задающий генератор настраивают на звук «до диэз». Для этого от звукового генератора на осциллограф подают напряжение частотой 69,3 гц, нажимают и отпускают клавишу «до диэз» нижней октавы инструмента и потенциометром R_{47} добиваются совпадения частот звукового генератора и задающего генератора. Аналогичным образом генератор настраивают на все остальные звуки.

Дальнейшая настройка задающего генератора сводится к подгонке емкостей конденсаторов C_2 — C_9 . Настройку ведут в следующем порядке: нажимают клавишу «ре» нижней

октавы (переключатель регистров стоит в положении «нижний регистр») и, вращая ручку настройки звукового генератора, добиваются совпадения его частоты с частотой задающего генератора (фигура Лиссажу неподвижна). Затем нажимают клавишу «ре» средней октавы и, подбирая емкости конденсаторов C_8 и C_9 , добиваются, чтобы частота задающего генератора была ровно в два раза выше, чем частота звукового генератора. При настройке необходимо периодически проверять совпадение частоты звукового генератора и частоты задающего генератора на звуке «ре» нижней октавы. Если емкости конденсаторов C_8 и C_9 подобраны, а фигуры Лиссажу все еще медленно передвигаются по экрану осциллографа, нужно ручкой звукового генератора «расстроить %» остановить изображение на экране и отсчитать величину расстройки. Расстройка не должна превышать 0,1—0,15%, если же расстройка превышает указанную величину, подгонку емкостей конденсаторов C_8 и C_9 необходимо продолжить. Только после этого нажимают клавишу «ре» верхней октавы и настраивают задающий генератор на частоту, в четыре раза превышающую частоту звукового генератора. Настройку производят подбором емкостей конденсаторов C_4 и C_5 верхней октавы инструмента и в положении «средний регистр» переключателя регистров. Частота задающего генератора инструмента должна быть при этом в восемь раз выше частоты звукового генератора. Емкости конденсаторов C_2 и C_3 подбирают при нажатой клавише «ре» верхней октавы инструмента и положении «верхний регистр» переключателя регистра. Окончательная настройка задающего генератора производится на слух по хорошо настроенному пианино или другим музыкальным инструментам. В этом случае инструмент следует подстраивать потенциометрами R_{45} , R_{46} , R_{47} . Эта настройка производится в пределах одной октавы, остальные октавы настраиваются автоматически.

Задающие генераторы трех других одноголосных инструментов настраивают аналогично, важно только настройку вести на верхней ноте каждого голоса, то есть второй инструмент настраивают по звуку «фа» третий — по звуку «соль диэз», четвертый — по звуку «си».

Настроив задающий генератор, проверяют работу генератора «вибратор». Для этого переключатель P_1 пере-

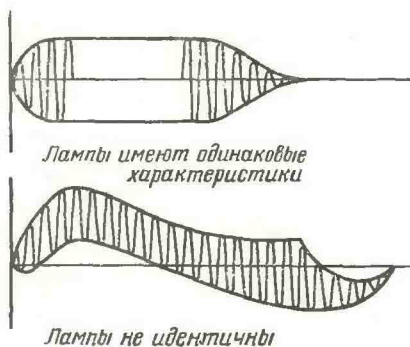


Рис. 6 — Осциллограмма напряжения на выходе трансформатора Tr_1 («Радио» № 3, 1963 г.)

водят в одно из рабочих положений и по осциллографу наблюдают форму напряжения на аноде левой половины лампы L_2 . Это напряжение по форме должно быть близко к синусоиде и иметь частоту 6—8 гц. Подстроить частоту генератора «вибратор» можно сопротивлением R_{11} .

Чтобы полностью устранить щелчки в громкоговорителе при смене тонов, необходимо подобрать лампы манипулятора L_3 и L_4 с одинаковыми характеристиками по экранной сетке. Для этого следует, периодически нажимая какую-либо клавишу настраиваемого однопольного инструмента, наблюдать форму огибающих звуковых колебаний на выходе тран-

сформатора Tr_1 . Возможные виды огибающей показаны на рис. 6 (переключатель рода работ в положении «Д» — духовые инструменты).

При настройке ждущего мультивибратора (L_5) следует подобрать постоянную времени цепи $C_{18}R_{30}$, подавляющей короткие импульсы помех, возникающих при коммутации реле $P_1—P_9$. Для этого, поставив переключатель рода работы в положение «С» — струнные инструменты, нужно проверить не увеличивается ли громкость звука при отпускании клавиши. Если такое явление наблюдается, то постоянную времени цепи $C_{18}R_{30}$ надо увеличить. Следует однако, помнить, что чрезмерное увеличение постоянной времени этой цепи может сорвать запуск ждущего мультивибратора.

Затем изменяя емкость конденсатора C_{99} , нужно подобрать частоту генератора «тремоло» (лампа L_{26}) равной 12—15 гц.

В заключение следует еще раз подчеркнуть, что инструмент можно использовать только в сочетании с высококачественным усилителем выходной мощностью не менее 20—30 вт, полосой пропускания не менее 50—12000 гц и коэффициентом нелинейных искажений не более 0,3—0,5%. Особенно важно выполнить последнее условие, так как нелинейные искажения приводят при взятии аккорда к появлению комбинационных частот, которые дают

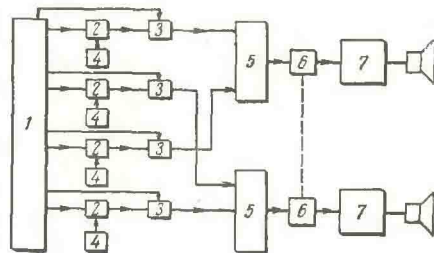


Рис. 7 — Блок-схема инструмента с двумя формантными фильтрами и двумя усилителями НЧ: 1 — клавиатура, 2 — задающий генератор, 3 — манипулятор, 4 — генератор «вибратор», 5 — формантный блок, 6 — объединенное педальное устройство, 7 — усилитель НЧ

ощущение «грязного» звучания инструмента.

Значительно улучшить звучание инструмента можно, используя два формантных блока и два усилителя НЧ. Один формантный блок и следующий за ним усилитель НЧ подключают к первому и третьему однопольным инструментам, второй — ко второму и четвертому. Блок-схема такого инструмента приведена на рис. 7. В таком инструменте звучание улучшается, так как почти при любом аккорде на каждый усилитель поступают два звука, отстоящие друг от друга на 3—3,5 тона, что дает минимальное количество комбинационных частот.

ность обработки поверхностей, образующих рабочий зазор должны быть несоизмеримо выше. Эти поверхности полируют до зеркального блеска на стеклянной пластинке с применением водной эмульсии окиси хрома (зеленая гуашевая краска). Чтобы при полировке избавиться от микроскопических сколов граней рабочего зазора рекомендуется в качестве вставки применить диамагнитный материал, близкий по твердости к ферриту, например стекло. Стеклянную пленку толщиной 4—6 мк можно получить, если запаянную с одного конца стеклянную трубку разогреть в пламени горелки и дуть в трубку до тех пор, пока образовавшийся пузырек лопнет. Из полученных пленок можно выбрать кусочек требуемой толщины. В задний зазор ферритовой головки нужно вставить прокладку толщиной 50—100 мк. Глубина рабочего зазора головки должна быть не более 0,1—0,2 мм, индуктивность ее при любом способе изготовления порядка 25 мГн.

Электрическая часть звукоблока питается от низковольтного двухполупериодного выпрямителя. Напряжение на конденсаторе C_6 составляет 20 в, а на конденсаторе C_{15} — 17 в. Диод Д-813 (стабилитрон) можно исключить из схемы, при этом сопротивление R_8 надо увеличить до 5—10

ком, а конденсатор C_5 до 50—100 мкФ.

В звукоблоке можно использовать ламповый генератор стирания и подмагничивания, причем, в режиме «воспроизведения» генератор может превращаться в выходной каскад усилителя. Схема такого генератора, совмещенного с выходным каскадом, описана в книге В. Г. Королькова «Электрические схемы магнитофонов» («Госэнергоиздат», 1959 г.). В этом случае необходимо повысить напряжение выпрямителя до 250 в. Тогда напряжение для питания предварительного усилителя можно снять с катодного сопротивления лампы.

Чертежи основных деталей лентопротяжного механизма приведены на рис. 1, а размеры его каркаса на рис. 2. Описанная ранее система стабилизации скорости движения пленки в звукоблоке с применением дополнительного двигателя обеспечивает высокую равномерность протяжки пленки. Вместе с тем она весьма сложна.

Несколько проще система, в которой для разворачивания маховика используется энергия двигателя проектора (рис. 3). Когда пленка обрезиненным роликом 1 прижимается к гладкому барабану 2 (диаметр барабана — 12 мм), он начинает вращаться. На валу барабана находится маховик 11, который противодействует неравномерному ходу пленки. Для успешной работы такой системы надо подобрать очень хорошие шарикоподшипники 13. Маховик должен быть достаточно легким, чтобы не увеличивать трение в подшипниках, и одновременно обладать требуемым моментом инерции. Этим требованиям удовлетворяет маховик диаметром 100 мм со свинцовым ободом. Ширина обода 25 мм, толщина — 10 мм.

Оттяжной ролик 3 на подпружиненном рычаге 4 сглаживает рывки

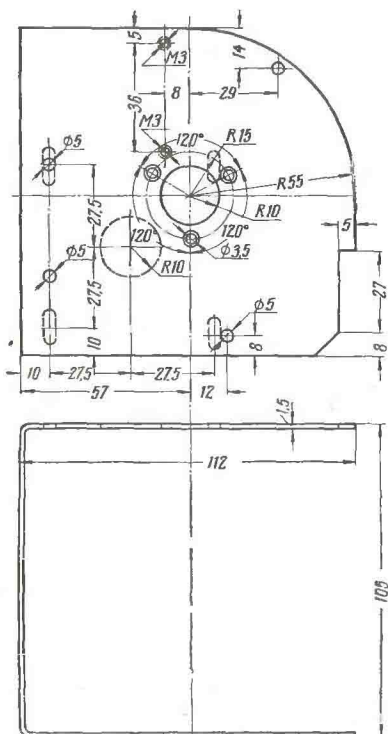


Рис. 2. Каркас лентопротяжного механизма

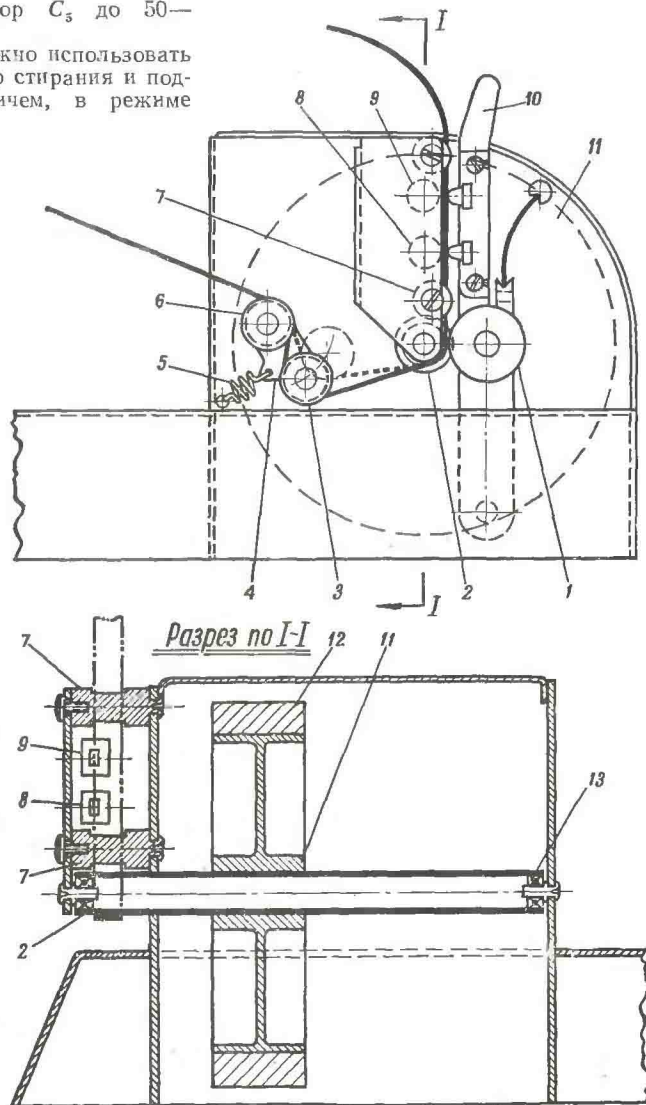


Рис. 3. Устройство стабилизации скорости с использованием двигателя проектора

1 — обрезиненный ролик, 2 — гладкий барабан, 3 — оттяжной ролик, 4 — подпружиненный рычаг, 5 — пружина, 6 — ролик, 7 — направляющие колонки, 8 — универсальная головка, 9 — стирающая головка, 10 — прижимное устройство, 11 — маховик, 12 — обод, 13 — шарикоподшипники

пленки. Сила натяжения пружины 5 подбирается такой, чтобы рычаг приподнимался только при пуске установки и при резких рывках. Крепление головок, прижим пленки к рабочим зазорам головок остаются такими же, как и в первом варианте звукоблока.

г. Харьков

В. Вовченко

САМОДЕЛЬНЫЙ РЕВЕРБЕРАТОР

М. Эрлик

Блок-схема ревербератора показана на рис. 1. Электрические колебания звуковой частоты с звукоснимателя или детектора приемника подаются одновременно на смеситель, в котором смешиваются основной и задержанный сигналы и предварительный усилитель, к выходу которого подключено задерживающее устройство (рис. 2). Это устройство состоит из переделанного электродинамического микрофона ДЭМ-4М, в котором электрические

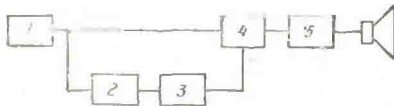


Рис. 1. Блок-схема ревербератора: 1 — источник сигнала (звукосниматель, магнитофонная головка, приемник), 2 — предварительный усилитель; 3 — задерживающее устройство, 4 — смеситель; 5 — усилитель НЧ.

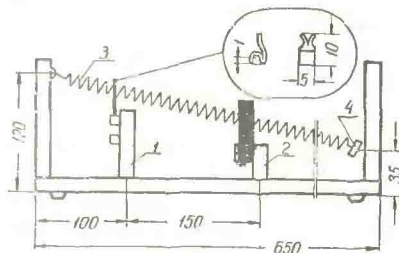


Рис. 2. Задерживающее устройство: 1 — пьезокристалл ПЗК-3 на держателе; 2 — демпфер; 3 — пружина; 4 — микрофон ДЭМ-4М. В овале: деталь, соединяющая пьезокристалл с пружиной. Материал: латунь 0,3—0,5 мм.

колебания, поступающие с предварительного усилителя, преобразуются в механические, спиральной пружины, создающей задержку механических колебаний во времени, присоединенного к одному из витков пружины пьезоэлектрического кристалла ПЗК-3 (от звукоснимателя УЗ-2), осуществляющего преобразование задержанных механических колебаний пружины в электрические колебания, которые подаются на смеситель и демпфера, препятствующего возникновению паразитных колебаний пружины. Выход смесителя

Во время исполнения музыкальных произведений в помещениях, имеющих большой объем (театрах, концертных залах), звуковые колебания многократно отражаются от стен помещения. Это явление называется реверберацией. Слушатели, которые находятся в зале, воспринимают не только звуки, поступающие непосредственно от исполнителей, но и отраженные звуки, которые приходят к слушателям с некоторой задержкой. В результате этого возникает особый эффект, который отсутствует при воспроизведении грампластинок или магнитофильмов (если при записи не были приняты специальные меры).

Эффект реверберации, утерянный во время записи, можно восстановить при воспроизведении. Для этого применяются довольно сложные устройства, описанные на стр. 54—56 «Радио» № 3 за 1963 г. Однако вполне удовлетворительные результаты можно получить и с самодельным ревербератором, который описывается в настоящей статье.

подключен к обычному усилителю НЧ. Переделка микрофона ДЭМ-4М состоит в следующем: удаляют мембрану, крышку мембраны и заднюю крышку, после чего вынимают якорь, для чего надо отвернуть винты, стягивающие магнитную систему. Иглу якоря сгибают в кольцо для того, чтобы можно было присоединить конец пружины. Можно вообще удалить иглу и закрепить пружину в отверстии, оставшемся в якоре. После этого ставят якорь на место, и собирают магнитопровод. Для крепления задней крышки микрофона надо подобрать более длинные винты, чтобы было можно установить ДЭМ-4М на стенке коробки ревербератора.

Пружину изготовляют из стального рояльного провода диаметром 0,25 мм. Длина заготовки провода — 16,5 ÷ 17 мм. Навивку пружины производят на стержень диаметром 3 мм и длиной 40 см. На одном конце стержня сверлят два отверстия, в которые вставляют конец проволоки. Оправку зажимают в патроне токарного станка так, чтобы из патрона выходил наружу только конец ее длиной 40—50 мм. Вращая рукой шпindel, нужно аккуратно, виток к витку туго укладывать стальной провод на оправку. По мере того, как оправка будет заполняться, ее надо выдвигать из патрона. Изготовленную пружину прикрепляют одним концом к якору ДЭМ-4М, а другим — к крючку, установленному на стенке основания задерживающего устройства, на резиновой прокладке (рис. 2). Эта прокладка применяется чтобы уменьшить шум, возникающий из-за вибрации основания. С этой же целью все задерживающее устройство надо ставить на амортизаторы.

Узел крепления кристалла звуко-

снимателя показан на рис. 3. Особых пояснений устройству его не требует. Конструкция демпфера видна из

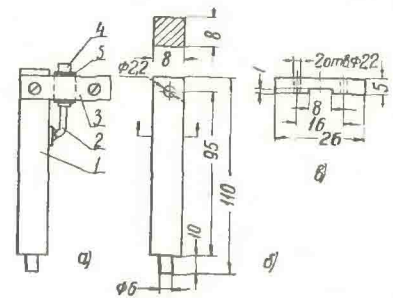


Рис. 3. Узел крепления пьезокристалла ПЗК-3: а — сборочный чертеж: 1 — стойка, 2 — выводы кристалла, 3 — держатели кристалла, 4 — пьезокристалл, 5 — прокладка из губчатой резины; б — стойка (деталь 1). Материал — дерево; в — держатели кристалла 2 шт. (деталь 3). Материал — текстолит или органическое стекло.

рис. 4. В резинке демпфера (губчатая резина, не очень мягкая) делают продольный разрез. Для правильной работы пружины надо, отогнув концы резины, дать пружине занять естественное положение в разрезе, после чего концы отпускают.

Задерживающее устройство собирают на деревянной доске размером 650 × 100 × 10 мм. Торцевые стойки, к которым крепятся пружина и микрофон ДЭМ-4М, имеют размеры 150 × 100 × 10 мм, соединяются с основанием в шип. Боковые и верхнюю крышку устройства лучше всего делать из пенопласта, чтобы устранить акустическую связь с

громкоговорителями и не утяжелять конструкцию.

Электронная часть ревербератора (рис. 5) собрана на двух лампах. В каскаде предварительного усиления работает лампа 6Ф3П (L_1) и в смесителе — лампа 6Н2П (L_2). Правильное соотношение прямого и задержанного сигналов достигается при помощи делителя напряжения в цепи сетки левого триода лампы L_2 (со-

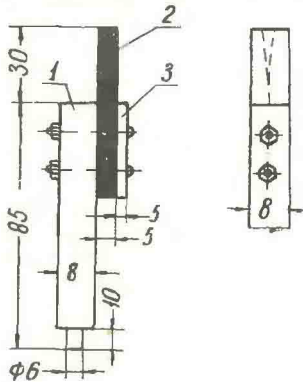


Рис. 4. Демпфер: 1 — стойка. Материал — дерево; 2 — демпфер. Материал — губчатая резина; 3 — зажимная планка. Материал — дерево.

противления R_8 R_9), а также подбором сопротивлений R_{15} R_{16} в анодных цепях обоих триодов L_2 . С помощью переменного сопротивления R_{17} можно производить регулировку длительности послезвучания по желанию слушателя. Потенциометром R_{18} можно менять уровень сигнала на входе предварительного усилителя, что позволяет усилить или ослабить эффект реверберации.

Питание электронной части обеспечивается выпрямителем, собранным на лампе 6Ц5С (L_3). Силовой трансформатор выпрямителя — от приемника «Рекорд-53». Его данные для самостоятельного изготовления: сердечник Ш 20×38; обмотки I_a — 762 витка ПЭЛ 0,25, I_b — 660 витков ПЭЛ 0,25, II — 1250 витков ПЭЛ 0,15, III — 42 витка ПЭЛ 0,51, IV — 42 витка ПЭЛ 0,2. Цепи от входа к сопротивлениям R_8 и R_{10} , а также от потенциометра R_{17} к кристаллу ПЗК-3 необходимо экранировать. Второй вывод звукоснимателя, не показанный на рис. 1, присоединяется к шасси.

Вход электронной части ревербератора подключают к источнику сигнала (звукоснимателю, универсальной головке магнитофона, сопротивлению нагрузки детектора приемника), а выход — к регулятору громкости усилителя НЧ. В том случае, если источник сигнала и усилитель НЧ находятся в одном аппарате (радиоле, магнитофоне), в нем делают

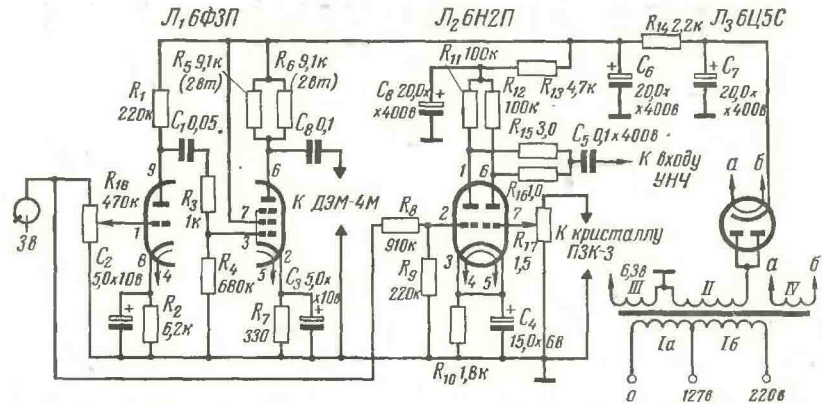


Рис. 5. Электронная часть ревербератора.

разрыв цепи между детектором (звукоснимателем, магнитофонной головкой) и усилителем НЧ. Когда ревербератор не используется, этот разрыв замыкают.

Налаживание ревербератора начинают с проверки работы задерживающего устройства. Для этого сопротивление R_8 временно отпаивают от сетки триода L_2 , чтобы прямой сигнал не попадал в смесительный каскад. Регулятор громкости усилителя НЧ устанавливают в положение максимальной слышимости и, слегка касаясь пружины, убеждаются, что цепь задерживающего устройства — смесительный каскад — УНЧ работает. После этого к входу электронной части ревербератора подключают звукосниматель, устанавливают потенциометры R_{17} и R_{18} в среднее положение и, проиг-

рывая грампластинку, вращают регулировочный винт ДЭМ-4М до максимальной громкости звучания задержанного сигнала. Затем нужно проверить, не задевает ли после регулировки якорь ДЭМ-4М за его полюсные наконечники. Эта проверка производится на слух при выведенном на минимальную слышимость регуляторе громкости УНЧ. При задевании якоря в ДЭМ-4М будет слышно дребезжание. Задевание устраняют, регулируя потенциометр R_{18} .

Когда проверка канала задержанного сигнала будет окончена, сопротивление R_8 подпаивают на место, движок потенциометра R_{17} устанавливают в крайнее нижнее (по схеме рис. 5) положение и проверяют прохождение прямого сигнала по основному каналу. Проверив основной канал вращением движка R_{17} , устанавливают желательное время послезвучания. На этом налаживание ревербератора заканчивается.

БОЛГАРИЯ В МОСКВЕ

С выставки „Болгария строит социализм“

«...А мы думали, что Болгария — это страна помидоров, винограда и роз...» Эти слова можно было часто слышать от посетителей выставки, проходившей в сентябре этого года в Москве под девизом «Болгария строит социализм».

Удивление посетителей было вполне объяснимо. В дружной семье социалистических стран благодаря братской помощи Советского Союза болгарский народ успешно развивает свою промышленность. Болгария из страны сельскохозяйственной уверенно превращается в страну с высокоразвитой разносторонней промышленностью. Успехи болгарской промышленности можно было заметить даже бегло ознакомившись с экспонатами выставки. Мы хотим рассказать только об одном небольшом разделе этой выставки, представляющем интерес для читателей «Радио».

В отделе «Радиоэлектроника» на этой первой выставке, демонстрирующей успехи болгарского народа не только в сельском хозяйстве, но промышленности, были показаны современные конденсаторы, сопротивления, ферритовые стержни, круглые и эллиптические громкоговорители, магнитофонные головки и многое другое. Для иллюстрации в таблице 1 помещены параметры наиболее распространенных типов гром-

коговорителей, выпускаемых на болгарских заводах.

Начиная с 1945 года в нашей стране начали производиться серийно радиовещательные приемники. С тех пор на внутренний рынок выпущено более сорока различных моделей. На выставке можно было познакомиться с последними лучшими образцами. Один из них — супергетеродин «Мелодия-3», предназначенный для приема АМ и ЧМ сигналов во всех вещательных диапазонах. На средних волнах приемник работает от ферритовой антенны.

Наибольшей популярностью у нас и за рубежом пользуется радиоприемник типа «Симфония». В настоящее время выпускается десятая модель этого современного супергетеродинного всеволнового приемника первого класса. Ступенчатая регулировка тона, ферритовая антенна, возможность воспроизведения граммофонной и магнитофонной записи и элегантный внешний вид говорят о том, что этот приемник отвечает всем современным техническим требованиям. К числу наиболее простых вещательных приемников относится супергетеродин РМС-10, выпускаемый в пластмассовом ящике.

Музыкальный комбайн «Гармония-2» состоит из приемника «Симфония-2» и четырехкратного проигрывателя.

Таблица 1

Тип	Форма	Мощность, вт	Импеданс, ом	Резонансная частота, гц	Габариты, мм	Вес, гр	Верхняя граничная частота, гц
ВЕЕ 84	эллипс	8	4	70	295/200/125	1800	8500
ВЕЕ 82	»	8	4	70	295/200/105	1500	8500
ВЕЕ 34	»	3	4	80	225/156/104	900	12000
ВЕЕ 32	»	3	4	80	225/156/80	800	12000
ВН0,1	круглый	0,1	6	350	65/28	100	15000
В03-5		0,3	5,4	150	150/75	520	8000
В1-3	эллипс	1,5	5,4	150	150/76	680	8000
В3	круглый	3	5,4	110	180/90	920	8000
В6	круглый	6	2,3	90	220/160	1450	8000
ВП05	эллипс	0,5	3	230	110/70/38	250	11000
ВЕ1	»	1,5	5,5	130	126/88/70	670	11000
ВЕЕ3	»	3	5,4	110	154/108/80	250	10000

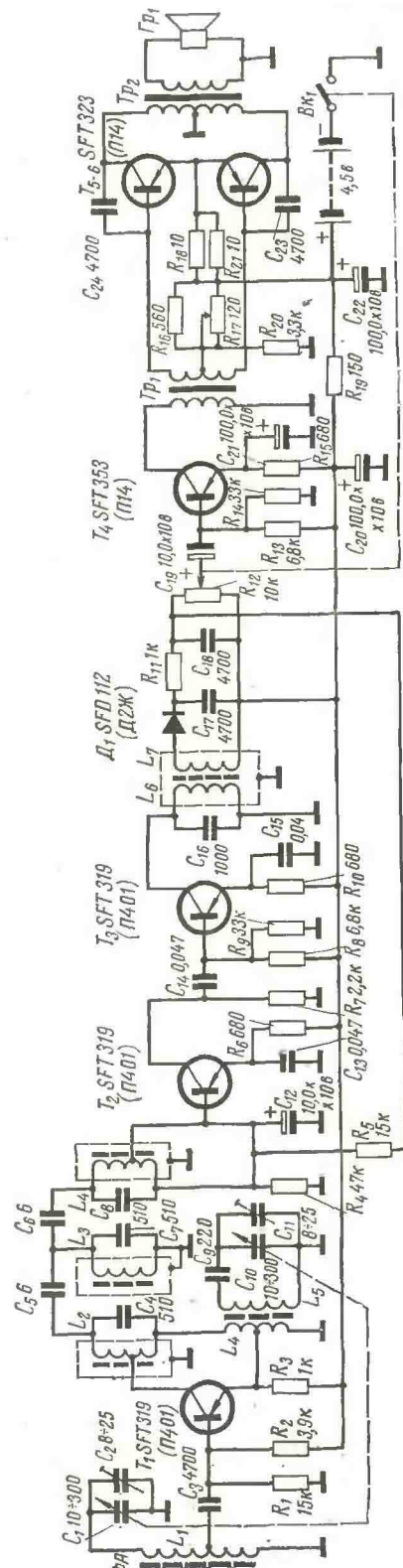


Таблица 2

Тип	Диапазон	Чувствительность при 50 мвт выходной мощности мкв	Избирательность, дб			Промежуточная частота		Число ламп	Потребляемая мощность от сети, вт	Число громкоговорителей, шт.	Габариты, мм	Вес, кг	Примечание
			ПЧ	по сосед. каналу	по зерк. каналу	АМ кГц	ЧМ МГц						
РМС-10	СВ 520-1620 кГц ДВ 5,8-18 МГц	100 150	60	30	55	468	—	3	40	1	325×125×180	2,9	
«Мелодия-2»	ДВ 145-350 кГц СВ 520-1620 кГц В 5,8-18 МГц КВ 64,5-73 МГц	60 30 50 15	60	40	55	468	10,7	7	55	1	600×330×275	13	Клавишный переключатель. На УКВ при выходной мощ. 0,5 вт
«Симфония-2»	ДВ 145-350 кГц СВ 520-1620 кГц КВ-15,8-11,5 МГц КВ-211,5-22 МГц УКВ 64,5-73 МГц	50 30 50 50 15	60	55	55	468	10,7	8	85	3	670×400×276	16	»

Основные параметры перечисленных радиоприемников помещены в табл. 2.

На выставке демонстрировалось несколько транзисторных приемников. Один из них, названный «Прогресс», по своим габаритам и параметрам похож на советский переносный приемник «Атмосфера». Карманный РДТ-63 рассчитан на работу в средневолновом диапазоне. Схема этого приемника изображена на рис. 1. В режиме молчания приемник потребляет от источников питания 40 мвт, в режиме максимальной мощности — 200 мвт при выходной мощности 100 мвт. Чувствительность приемника 1,5 мв/м, избирательность по соседнему каналу порядка 30 дб. Габариты 136×86×36 мм, вес 360 гр.

Первый телевизор был выпущен в Болгарии только в 1960 году. Этот приемник был назван «Опера-1». Третья модель этого телевизора выпускается сейчас серийно. Экран телевизора имеет 43 см по диагонали, кинескоп с углом отклонения 90°. «Опера-3» позволяет вести прием во всех 12 каналах по международному стандарту ОИРТ. Чувствительность телевизора на всех каналах порядка 100 мкв. Более современный серийный телевизор «Кристалл» имеет экран в 59 см по диагонали и кинескоп с углом отклонения 110°. В телевизоре предусмотрено гашение светящегося пятна и обратного хода луча развертки.

Телевизор «Рила», демонстрировавшийся на выставке, представляет собой новейшую модель первого класса. Этот телевизор имеет автоматическое управление частотой

кадров и строк, фокусировкой и яркостью в зависимости от освещения комнаты, а также ступенчатую регулировку чувствительности видеотракта. Экран телевизора имеет размеры 480×380 мм, габариты 700×500×320 мм. Чувствительность на всех 12 каналах — 100 мкв.

В разделе звукозаписи и электроакустики наибольший интерес представляет магнитофон «Мелодия», имеющий две скорости протяжки ленты (9,53 см/сек и 4,75 см/сек). Коэффициент нелинейных искажений не превышает 5%, частотная характеристика лежит в пределах от 50 до 10.000 гц первой скорости и от 60 до 8000 гц — для второй. Вес магнитофона 9 кг.

Электронные приборы на выставке были представлены в основном продукцией двух заводов — «Электроника» и «Промышленная электроника». Для радиолюбителей наиболее интересна серия приборов «Минимер» (минимальные размеры). Эти приборы предназначены в основном для ремонтных мастерских и ателье. В серию «Минимер» входит генератор стандартных сигналов типа ГР-1. Прибор работает в диапазоне 0,1—30 МГц. Точность установки частоты ±2%, уровень высокочастотного сигнала может изменяться от 1 мкв до 100 мв. Изменение напряжения производится ступенчато и плавно. Модуляция высокочастотного сигнала осуществляется низкой частотой 400 гц. В приборе есть низкочастотный выход с плавной регулировкой от 50 мв до 2 в.

УКВ сигнал генератор типа ГН1 предназначен для настройки проверки и ремонта УКВ тракта вещатель-

ных приемников и телевизоров и может быть использован как генератор качающейся частоты. Диапазоны частот генератора лежат в пределах от 10 до 11,4 МГц и от 61 до 67 МГц. Точность установки частоты ±0,5% имеется возможность внутренней модуляции высокочастотного сигнала с частотой 400 гц, а также для ЧМ работ девяти частоты на ±22,5 кГц и ±75 кГц. Предусмотрена возможность внешней модуляции с частотой от 50 гц до 20 кГц. Уровень выходного напряжения может изменяться от 5 мкв до 50 мв. Кроме этих приборов на стендах выставки можно было увидеть универсальный измерительный мост ИУ-1, ламповый вольтметр ВН2-2. Низкочастотный RC генератор ГН-2, гетеродинный индикатор резонанса ЧМ-1, испытатель ламп ИЛ-1, испытатель транзисторов ИТ-1, телевизионный генератор типа ГТ-1 и многие другие приборы.

Особое место на выставке занимают электронные приборы для автоматики: реле времени, гамма-реле, фотореле, ультразвуковые генераторы и т. п. Самым сложным электронным устройством, демонстрировавшимся в отделе электроника, была электронная моделирующая машина типа «Аналог-1», предназначенная для моделирования различных процессов, выражаемых математическими уравнениями до 8 порядка.

Некоторые из перечисленных приборов экспортируются в страны социалистического содружества.

Фотографии части экспонатов выставки «Болгария строит социализм» представлены на 3 стр. вкладки.

Иван Николов Петров
Москва—София

Азербайджанская ССР. Бакинский радиолюбитель инженер-нефтяник Викентий Борицкий сконструировал оригинальный электроприбор. С его помощью можно с большой точностью настроить фортепиано или любой другой клавишный инструмент.

Удобный и простой в обращении электрический настройщик состоит из механической и электронной части. С помощью этого прибора музыкальный инструмент может настраивать даже человек, лишенный музыкального слуха. Оптический индикатор прибора сигнализирует о точной настройке струны. В среднем на настройку фортепиано затрачивается около часа.

На снимке: изобретатель В. Борицкий во время настройки.

Фото Я. Халилова (Фотохроника ТАСС)

