



А. А. Харкевич

## О ДОМАШНЕЙ ЗАПИСИ

Вопрос о домашней записи всегда вызывал живой интерес всякого радиолюбителя. Возможность зафиксировать любую передачу, а также и всякие самодеятельные выступления, конечно, исключительно заманчива. В особенности актуальным становится вопрос о домашней записи в связи с недостатком граммофонных пластинок.

Ко всякому устройству для домашней записи любитель предъявляет следующие основные требования:

- 1) простота и дешевизна конструкции;
- 2) простота эксплуатации;
- 3) дешевизна и общедоступность материала, на котором производится запись;

*Предлагая вниманию читателей описание простой системы „домашней звукозаписи“, редакция рассчитывает, что материал статьи разбудит техническую инициативу и изобретательность радиолюбителей в той области, которая пока еще „не освоена“ в быту радиослушателя. Такое отставание объясняется известной сложностью технических приемов звукозаписи и конструктивного выполнения аппаратуры для записи. Кроме того повысившееся за последнее время качество воспроизведения звука с пленки и с грампластинок, которое мы уже привыкли слышать благодаря радиовещанию, создает психологические трудности — радиолюбитель зачастую не решается со своим скромным арсеналом технических средств на оборудование своей домашней фабрики звукозаписи. В этом отношении предлагаемая статья может в известной мере создать перелом, одновременно увлекая читателя заманчивостью технической идеи и давая простое „жустарное“ решение.*

4) отсутствие каких-либо операций по обработке записи (т. е. возможность немедленного ее воспроизведения);

5) максимальный срок службы записи;

6) высокое качество записи и воспроизведения.

Все эти требования полностью удовлетворены в аппарате, построенном в Ленинграде В. Д. Охотниковым.

Аналогичные аппараты построены уже рядом ленинградцев, в том числе и автором этой статьи.

## ОПИСАНИЕ АППАРАТА

В описываемом аппарате запись производится механическим способом на киноплёнке (как известно, значительное количество использованной пленки в виде отходов поступает с кинофабрик в переработку; таким образом наладить снабжение любителей этим материалом является вполне возможным делом).

Отличительными чертами аппарата являются следующие:

- 1) запись производится не реваншем, обычным для такого материала, как целлулоид, а выдавливанием (без стружки);
- 2) запись производится не специальным резцом, а обычной граммофонной иглой;
- 3) запись производится на эластичной подкладке;
- 4) запись производится на пленке, склеенной в кольцо.

Аппарат состоит из следующих частей:

- 1) мотор;
- 2) барабан, на котором производится запись;
- 3) рекордер (записывающий прибор);
- 4) подающий механизм (для рекордера);
- 5) звуко сниматель (адаптер, воспроизводящий прибор).

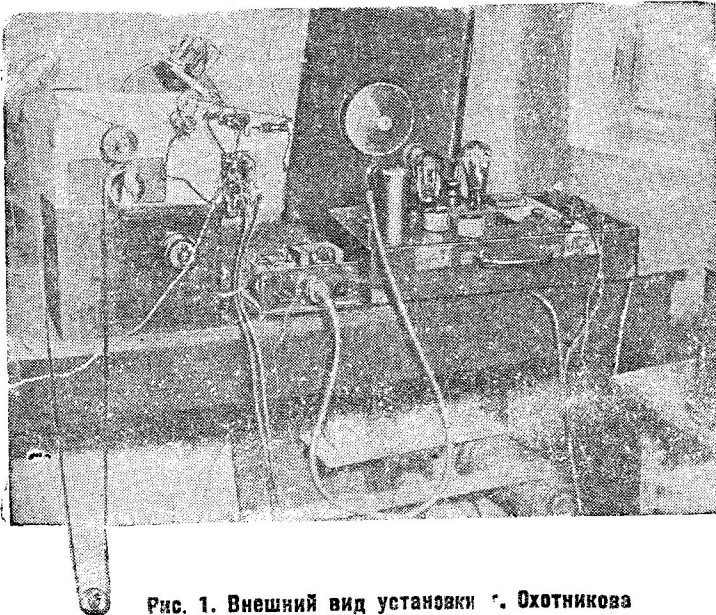


Рис. 1. Внешний вид установки г. Охотникова

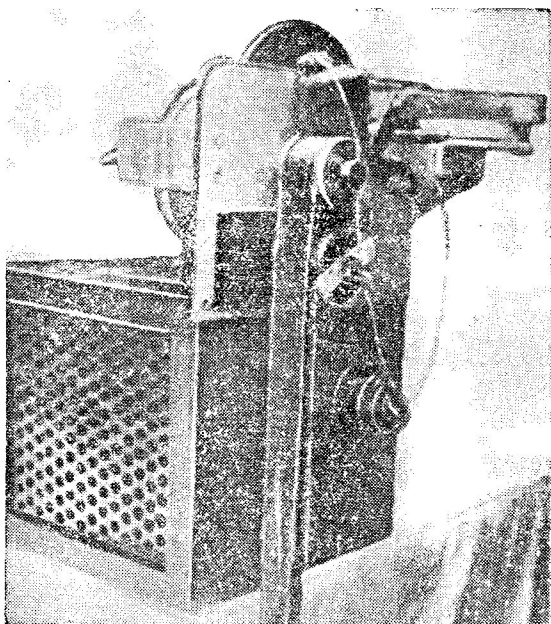


Рис. 2. Часть аппарата с надетой пленкой и звукозаписывателем

Общий вид аппарата показан на фото (рис. 1). Ниже следует детальное описание и соответствующие технические пояснения.

## ПЛЕНКА

Запись производится, как сказано, на пленке, склеенной в кольцо. Общая длина пленки — 2 м. Подача рекордера такова, что за время прохождения всего кольца пленки поперечное смещение рекордера равно 0,5 мм; короче говоря, шаг записи — 0,5 мм (рис. 5). Ширина пленки между перфорацией составляет, как известно, 25 мм; таким образом на этой ширине укладывается 50 бороздок. Линейная скорость пленки равна 50 см/сек; эта величина скорости принята в качестве «стандартной», придерживаться «стандарта» весьма желательно для того, чтобы обеспечить возможность обмена записями между всеми настоящими и будущими обладателями подобных аппаратов (кстати говоря, скорость 0,5 м в секунду соответствует приблизительно скорости пленки в звуковом кино и средней линейной скорости граммофонной пластинки). Развернутая длина записи составляет  $50 \times 2 = 100$  м; продолжительность действия равна

$$\frac{100}{0,5} = 200 \text{ сек. или } 3\frac{1}{3} \text{ мин., что как раз соот-}$$

ветствует продолжительности действия обычной граммофонной пластинки и является для большинства случаев совершенно достаточным.

Можно было бы конечно увеличить продолжительность за счет уменьшения шага; принятый шаг 0,5 мм примерно вдвое больше, чем на граммофонной пластинке, что сделано просто из осторожности, во избежание брака при набегании бороздок друг на друга, возможном при некоторой неточности подающего механизма.

Склеивание пленки производится жидким цапонлаком или специальным клеем для пленки. Склеиваемые концы предварительно сводятся на-нет на ширине 3—4 мм путем соскабливания, а прощел путем спливания подпикалом на выпуклой (цилиндрической)

поверхности. Склеивание происходит очень быстро, склейка очень прочна. Но даже при самой тщательной склейке место соединения имеет неравномерную толщину. Можно было бы сжидать неприятного треска при переходе звукоснимателя через склейку, подобно тому, как это имеет место при обыгрывании склеенной граммофонной пластинки. Однако, как показывает опыт, переход через склейку едва заметен на слух.

Немалую роль здесь играет, повидимому, то обстоятельство, что склейка проходит лишь один раз за 4 сек. Во всяком случае рекомендуется ставить ленту так, чтобы игла сбегала со стыка, а не наоборот.

Запись производится на целлулоидной поверхности (не со стороны светочувствительного слоя).

Кольцо пленки надевается на барабан и свободно свешивается; плотное ее прилегание к барабану достигается тем, что в нижнюю часть петли вкладывается тяжелый ролик, натягивающий пленку и вращающийся при ее движении. Этот ролик ни с чем не связан, так что пленка может даже покачиваться во время записи и воспроизведения, что нисколько не вредит делу.

Вопрос о выборе между этими двумя способами механической записи может быть предметом дискуссии. В описываемом аппарате вопрос этот решен в пользу давления по следующим существенным соображениям:

- 1) запись может производиться обычными граммофонными иглами;
- 2) глубина бороздки может быть одного порядка с толщиной материала, на котором производится запись;
- 3) исключительно гладкие стенки бороздки получаются без всяких затруднений. (Вследствие этого «шипение» практически отсутствует).

Нужно заметить, что давление на таком материале, как целлулоид, возможно только при применении этого материала в виде очень тонкого слоя; поэтому-то кинопленка и оказывается вполне подходящим материалом для записи давлением.

В первоначальном варианте аппарата применялся металлический барабан, обтянутый тонким слоем резины. В дальнейшем было найдено, что значи-

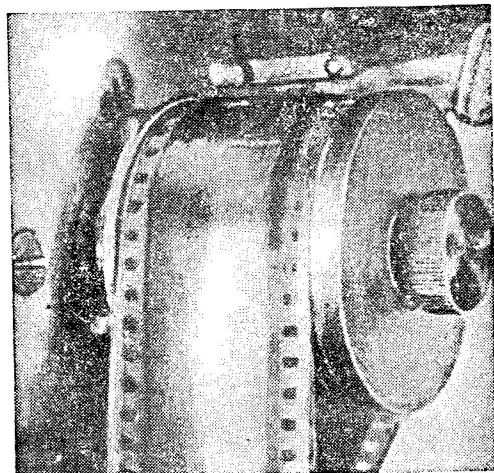


Рис. 3. Барабан с пленкой. Начата запись, видна игла рекордера

тельно лучшие результаты получаются при применении барабана из сплошной резины. В качестве материала для барабана как нельзя более пригодными оказались фордовские амортизаторы.

Резина, из которой они изготовлены, превосходно обтачивается на токарном станке при помощи острозаправленных (как для точки дерева) резцов; при точке резину нужно поливать водою.

Барабан снабжен бортиками. Необходимо иметь в виду, что по мере записи пленка немного раздвигается по ширине, поэтому расстояние между бортиками должно бы быть сделано с запасом.

Между тем нельзя допустить перебега пленки на барабане из стороны в сторону, так как при этом не получится правильного расположения бороздок.

Можно устроить приспособление, которое бы все время прижимало пленку к одному бортику. Для этой цели можно применить пружинный палец или, что проще, небольшой наклон оси барабана.

В описываемом аппарате вопрос разрешен путем устройства на барабане пружинной щеки; по мере расширения пленки щека отходит в сторону, все время прижимая пленку к противоположному бортику. На рис. 3 виден барабан с накиннутой на

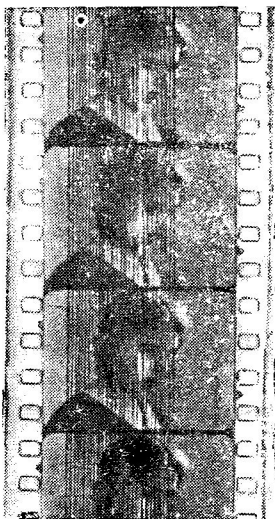


Рис. 4. Кинопленка с записанным звуком

него пленкой, несколько бороздок записи и игла рекордера.

Блик на записанной части пленки свидетельствует о гладкости стенок бороздок.

Диаметр барабана не играет существенной роли, необходимо только соответственным образом считать передачу. Так, при диаметре 60 мм барабан должен делать

$$\frac{500 \cdot 60}{\pi \cdot 60} = 159 \text{ оборотов в}$$

минуту.

Применение малых барабанов, и, следовательно, больших чисел оборотов целесообразно, пожалуй, потому, что при этом эффективнее работает маховик на валу барабана, о чем подробнее будет сказано ниже.

### ПОДАЮЩИЙ МЕХАНИЗМ

Рекордер должен быть смонтирован на супорте, который:

- 1) обеспечивает движение рекордера параллельно поверхности пленки от одного ее края до другого;
- 2) допускает возможность откидывания рекордера;
- 3) сообщает рекордеру равномерное поперечное движение.

Все эти требования выполнены в описываемом аппарате исключительно простым способом. Рекордер установлен на массивной планке, наглухо скрепленной с гайкой, накрученной на винт, расположенный параллельно оси барабана. Винт вращается от вала барабана посредством фрикционной передачи с большим передаточным числом. Прак-

тически эта передача выполнена так: на валу барабана имеется небольшой ролик, обтянутый резиной, а на ось винта насажен большой диск (который может быть изготовлен из дерева или эбонита и т. п.). Очень удобна конструкция, в которой ролик и диск непосредственно не касаются друг друга, но приводятся во взаимодействие третьим подвижным роликом; такая конструкция позволяет, следовательно, выключать подачу.

Монтаж рекордера и устройства подающего механизма хорошо видны на рис. 7 и 8. Как видно, винт служит одновременно и направляющей и осью, вокруг которой поворачивается весь супорт при откидывании рекордера. Неудобством такого устройства является необходимость вращения винта для возвращения рекордера в исходное положение; для облегчения этой операции винт снабжается очень крупной нарезкой. Само собою разумеется, что это устройство может быть видоизменено; так например, могут применяться цилиндрическая направляющая и пружинный поводок с полугайкой, опирающейся на винт, подобно тому, как это сделано в фонографе Эдисона.

Передача должна быть соответственным образом рассчитана; так, например, при шаге резьбы 1 мм, шаге записи 0,5 мм и диаметре барабана 60 мм передаточное число должно быть  $\frac{2000}{\pi \cdot 60 \cdot 0,5} = 21,2$ .

### МОТОР

Вообще говоря, желательно было бы применение тихоходного синхронного мотора, вал которого можно было бы непосредственно соединить с валом барабана. Однако подходящих моторов не имеется, а постройка специального мотора или



Рис. 5 Запись на пленке (увеличено на просвет)

хотя бы переделка из существующих асинхронных — довольно трудное дело. Кроме того, нужно заметить, что однофазные синхронные моторы обладают неприятной склонностью к качаниям — свойство, как нельзя более неуместное с точки зрения данного применения. Коллекторные моторы переменного тока непригодны как вследствие производимого ими шума и помех, так и по причине необходимости регулировать их обороты. Повиди-

тому, наиболее рационально применять обычные однофазные асинхронные моторы с короткозамкнутым ротором. Нужно заметить, что, хотя мощность требуемая для приведения в действие всего аппарата, и очень невелика, но для обеспечения большей равномерности хода лучше брать мотор с большим

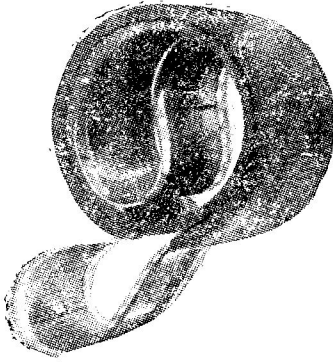


Рис. 6. Пленка, записанная и свернутая для хранения

запасом мощности. При этом, во-первых, благодаря запасу мощности мотор будет идти почти синхронно с полем (1500 об/мин для обычных типов) и практически не будет «садиться» под нагрузкой (тока нагрузка невелика) и, во-вторых, благодаря большому моменту инерции ротора быстрые изменения нагрузки при записи не будут вызывать заметных колебаний числа оборотов, крайне вредно отзывающихся на качестве записи и проявляющихся в так называемом «плавании» звука.

Наилучшим (и наиболее дешевым) признан однофазный мотор «И», выпущенный недавно заводом «Электросила». Мощность этого мотора порядка 200 W на валу, что дает примерно 10-кратный запас мощности.

Вполне возможно применение так называемых «вентиляторных» однофазных асинхронных моторов, выпускаемых многими заводами. Что касается передачи и обеспечения равномерного хода, то после ряда опытов всякие сложные системы с механическими флятрами и т. п. были отброшены и применена простейшая ремennая передача с валом мотора непосредственно на вал барабана.

Никим образом не следует применять резиновые или другие легко растягивающиеся ремни; прекрасные результаты дали ремни, сшитые из прорезиненной ткани в несколько слоев; резина в этом случае дает только желательное большое трение. Для обеспечения равномерного хода полезно насадить на вал барабана достаточно тяжелый и большой маховик; при этом ни в коем случае не следует ставить барабан на шариковые подшипники. Дело в том, что чем больше трение в подшипниках барабана, тем быстрее будут затухать все колебания, которые возникли бы в нем по тем или иным причинам. Поэтому подшипники лучше всего делать цилиндрическими и достаточно длинными. Последнее, впрочем, обусловлено и общими конструктивными соображениями: барабан находится на весу и имеет лишь один коренной подшипник.

## РЕКОРДЕР И ЗВУКОСНИМАТЕЛЬ

Оба эти прибора — электромагнитного типа. Постоянные магниты в них заменены возбуждением от выпрямителя приемного устройства. Хотя это и не является обязательным, но нужно заметить,

что независимое возбуждение наиболее надежно, не требует специального оборудования ввиду ничтожного расхода тока (около 10 мА) и позволяет получить сильное магнитное поле при малых размерах магнитной цепи. Кроме того практический интерес представляет то соображение, что железную цепь независимого возбуждения гораздо легче сделать самостоятельно, нежели стальной магнит, не говоря уже о последующей его обработке. Конечно, возможно использование имеющихся готовых магнитов, но это в общем есть дело конструктора.

Магнитные цепи обоих приборов совершенно одинаковы. Одинаковы и магнитные схемы, напоминающие общеизвестный «Рекорд»: якорь расположен между одноименными полюсными наконечниками, образующими замкнутую цепь переменного магнитного потока.

Эта схема обладает очень большой чувствительностью и облегчает конструктивную компоновку. Различие между рекордером и звукоснимателем сводится к различию в устройстве подвижной системы, т. е. якоря. Якорь звукоснимателя должен быть возможно легче; это необходимо как для улучшения качества воспроизведения, так и для уменьшения износа записи 1. Задача облегчения якоря разрешена самым радикальным образом: якорь выброшен вовсе и его функция выполняет сама игла. Само собою разумеется, что это несколько уменьшает чувствительность звукоснимателя; она однако же достаточно велика. Далее, для сохранения записи необходимо сделать жесткость закрепления иглы как можно меньше. Для этого игла вставляется в кусочек губчатой резины и тержится в нем исключительно на трении. Наконец необходимо уменьшить нагрузку от веса всего механизма адаптера, для чего он снабжен противовесом.

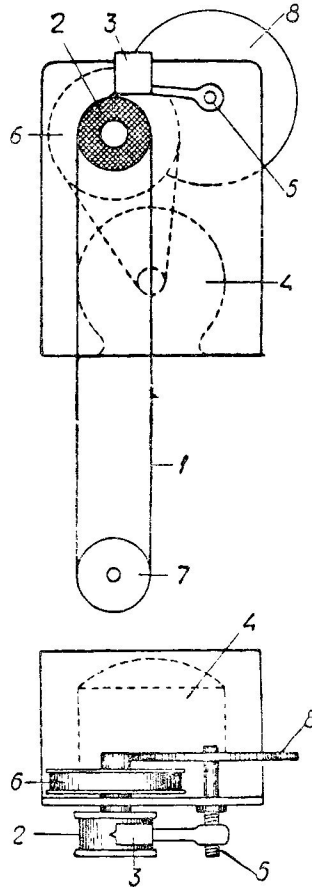


Рис. 7. Схема аппарата г. Охотникова. 1—игла, 2—барабан, 3—рекордер, 4—мотор, 5—ведущий шкив, 6—шквив 7—свесодный ролик, 8—фрикционный диск

В результате всех этих мереприятий, износа записей ничтожен; контрольные записи проигрывались сотни раз без сколько-нибудь

заметного повреждения их. Любопытно заметить, что игла настолько легка и подвижна, что если на нее подуть при включенном звукоснимателе, то

1 См. по этому поводу мою статью «Об адаптерах», «РФ» № 11, 1932 г.

звук дуновения отчетливо слышен в громкоговорителе.

На рис. 9 показан вид звукоснимателя снизу; обращают на себя внимание большие зазоры, свыше 1 мм. Такие зазоры необходимы, так как при меньших мягко закрепленная игла может прилип-

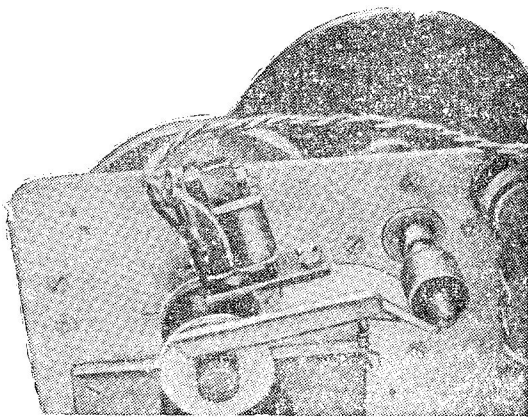


Рис. 8. Рекордер и его установка. Виден весь подающий механизм

нуть к полюсным наконечникам. Звукосниматель установлен на стойке обычного устройства и следует за записью самостоятельно (без принудительной подачи). Одна и та же игла служит неопределенно долго, во всяком случае ее хватает на несколько десятков (до сотни) полных пленок. Для смены иглы легкая железная обойма, в которой зажат кусочек губчатой резины, вынимается из звукоснимателя вместе с иглой.

Совсем иные требования предъявляются к якорю рекордера. Во-первых, конструкция его должна быть приспособлена к передаче на пленку дозольно значительного усилия, необходимого для выдавливания бороздки. Рекордер не только не снабжается противовесом, но, наоборот, снабжается добавочным грузом (порядка нескольких сотен граммов). Поэтому якорь выполнен в виде короткого железного тела, вращающегося на призмах. Автор этой статьи с успехом применял якорь, смонтированный на тонкой стальной пластинке и движущийся за счет изгиба последней. Во-вторых, якорь должен быть основательно демпфирован. Для этой цели, как и обычно, употреблена резина. Удобно иметь возможность резину поджимать винтами, регулируя упругость закрепления якоря и одновременно производя правильную установку якоря относительно полюсных наконечников. Что касается закрепления иглы, то в описываемом устройстве она вставляется в овального сечения отверстие в якорю и заклинивается в нем весом рекордера (подобно тому, как это делается в звукоснимателе «Гелефон»). Можно однако полагать, что важны иголочки винтом дает не худшие результаты при условии применения небольшого винта (например, с головкой под отвертку). Иголка, применяемая для записи, должна быть совершенно новой, острой и иметь хорошо полированный кончик; к сожалению, не все имеющиеся на нашем рынке иголочки удовлетворяют этим условиям. Одна и та же игла работает несколько раз (примерно до десяти при твердой игле).

Переходя к вопросу о потребляемой мощности и необходимом усилении, можно установить следующее: обычная комбинация современного приемника, употребляемая для работы со звукоснимателем, т. е. два каскада на СО-118 и один на

УО-104, дает полную мощность установки при обыгрывании пленки, записанной на той же установке. Иначе говоря, рекордер потребляет около 1 W, а звукосниматель дает напряжение порядка десятой вольта. Таким образом никаких дополнительных устройств к имеющейся приемной установке не требуется. Конечно, хорошо, если можно перевести выходной каскад на двухтактную схему.

## БОРОЗДКА

Стенки бороздки должны быть совершенно гладкими и блестящими. Это можно установить и невооруженным глазом. Показателями качества бороздки служат также следующее: 1) бороздка должна выдавливаться абсолютно бесшумно и 2) пленка с записью должна сохранить прозрачность. Появление белого помутнения указывает на плохое качество бороздки; такая пленка при воспроизведении будет шипеть. У доброкачественной записи помехи в виде треска и шипения совершенно ничтожны, во всяком случае по сравнению с граммофонной пластинкой. Это очень хорошо заметно при воспроизведении переписанных пластинок: момент включения звукоснимателя на пластинке и шипение перед началом музыки составляют резительный контраст с собственным шумом пленки. Качество бороздки определяется следующими факторами: 1) качество иглы, 2) вес рекордера, 3) наклон иглы, 4) качество пленки, 5) качество резины барабана.

Варьируя наклон иглы и нагрузку на рекордер, можно без большого труда добиться хороших результатов.

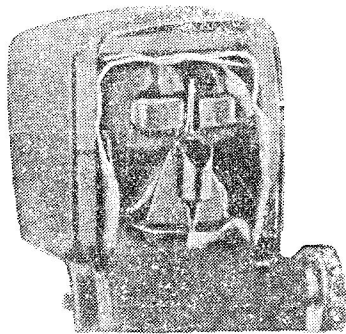


Рис. 9. Вид звукоснимателя снизу. Видны полюса, наконечники и игла

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лабораторные испытания описанного устройства еще не произведены, а потому нельзя характеризовать качество воспроизведения объективными цифрами. Так, например, ничего нельзя пока сказать о результирующей частотной характеристике и т. п. Суждение, вынесенное об описанном устройстве, основано пока исключительно на оценке на-слух, и суждение это в высшей степени благоприятное. Во всяком случае можно утверждать, что качество записи стоит на уровне современной граммофонной записи. Автор этой статьи сделал следующий опыт: была переписана на пленку пластинка фирмы «Парлофон». После этого как сама пластинка, так и ее копия проигрывались для слушателей, находящихся в соседней комнате; «неискусшенные» слушатели разницы не обнаруживали, а «искусшенные» признавали, что она очень незначительна. Можно выразить надежду, что описанное устройство в силу своей исключительной простоты и высокого качества воспроизведения приобретет широкую популярность среди наших радиолюбителей. В настоящее время разработкой и осуществлением подобных аппаратов занято несколько промышленных лабораторий.