

**НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ
БИБЛИОТЕКА**



В. Д. ОХОТНИКОВ

В мире застывших звуков



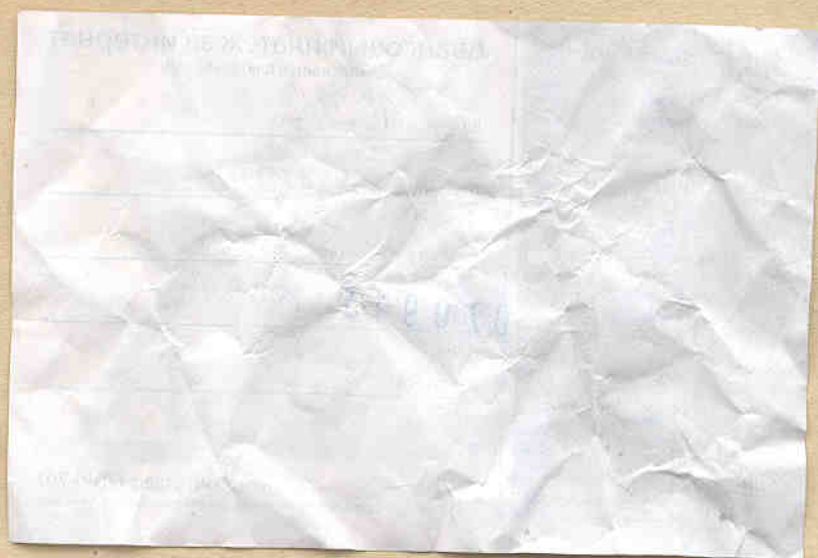
ОГИЗ / ГОСТЕХИЗДАТ / 1948

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА

В. Д. ОХОТНИКОВ

Заслуженный деятель науки и техники

В МИРЕ ЗАСТЫВШИХ ЗВУКОВ



О Г И З

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

МОСКВА 1948 ЛЕНИНГРАД

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Первая звуковая машина	4
2. Звук — это волны	6
3. Спор между диском и валником	8
4. Первые фабрики звуков	10
5. Слава индийских букашек	11
6. Радио совершенствует звукозапись	13
7. Современный граммофон	17
8. Фотография звука	18
9. Электрический глаз	21
10. Как создавалось советское звуковое кино	23
11. Фабрика движущихся изображений и звуков	28
12. Художник по звуку	29
13. Говорящая плёнка и говорящая бумага	30
14. Электромеханическая запись на плёнке	32
15. Звуки, пригнанные магнитом	33
16. О ленточке, покрытой ржавчиной	35
17. Магнитная страница	36
18. Звукозапись помогает радиовещанию	37
19. Звукозапись на войне	39
Заключение	40

Стереотипное издание

Редактор В. А. Мезенцев.

Техн. редактор А. И. Симеоненко.

Подписано к печати 2 VI — 48 г. 3,5 печ. л. 1,05 уч.-изд. л. 32890 тип. зн. в печ. л.
Цена книги 60 коп. А-01860. Заказ № 8051.

Отпечатано в типографии Н-4 с матриц, 1-й Образцовой тип. треста «Полиграфинг», ОГПЗ при Совете Министров СССР, Москва, Валуев, 28.



ВВЕДЕНИЕ

Как разнообразен и как красочен мир звуков, окружающий нас! Человеческая речь, раскаты грома, шум морского прибоя, шелест листвы, крики животных и пение птиц... Не перечислить всех звуков, слышимых нами.

Ещё в очень глубокой древности люди научились рисовать различные предметы. Рисунки, нацарапанные или высеченные на камне, были найдены в пещерах первобытных людей. Через тысячелетия дошли до нас изображения уже исчезнувших предметов и прошедших событий. Мы можем видеть изображения давно умерших людей, картины давно прошедших битв.

Как же обстоит дело со звуком? Можем ли мы услышать голос минувшего, былые песни или шум исторических битв?

Каждый знает, что нет. Люди не умели запечатлевать звук. Его нельзя было высечь на камне. Родившись, звук пропадал, как бы растворяясь в пространстве. Застывшие звуки существовали лишь в сказке.

Но вот случилось то, что раньше казалось совсем невозможным. Люди научились «записывать» звук и воспроизводить его затем снова в любое время.

Каким образом научились записывать звук, какие для этого пришлось придумать машины, как совершенствовались эти машины со временем, какую роль играет искусство записи и повторения звука в современной жизни — обо всём этом и рассказывается в нашей книге.

1. ПЕРВАЯ ЗВУКОВАЯ МАШИНА

Это произошло в 1878 году.

В зале заседания учёных стояла напряжённая тишина. Почтенные, седовласые люди внимательно прислушивались к звукам, которые шли из небольшого прибора, стоявшего на столе. Прибор говорил человеческим голосом! Он повторял только что произнесённые слова.

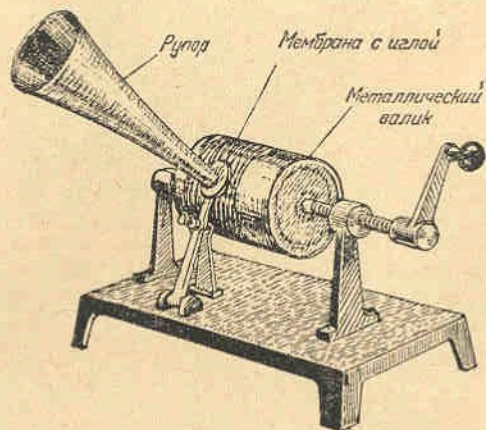


Рис. 1. Первый фонограф.

Учёные пробовали сами вращать металлическую ручку прибора. И неизменно при этом из маленького рупора слышался приглушённый, немного дребезжащий голос.

Новый, только что изобретённый прибор, назывался фонографом.

Необыкновенно просто было устройство первого фонографа. Он изображён на рисунке 1. Металлический валик вращается с помощью рукоятки. В валик упирается стальная игла. Игла чертит на поверхности валика неглубокую борозду. Игла укреплена на круглой металлической пластинке — мембране. Мембрана закрывает собой конец небольшого металлического рупора.

Но как работает фонограф? Где записывается человеческий голос? Как воспроизводится этот голос снова?

Посмотрите внимательно на валик. Он аккуратно покрыт тонким оловянным листом. Блестящая поверхность листа уже не гладкая, как раньше, перед началом записи звуков. Стальная игла вычертила на ней бороздку (рис. 2). Весь лист покрыт этой тонкой винтообразной линией.

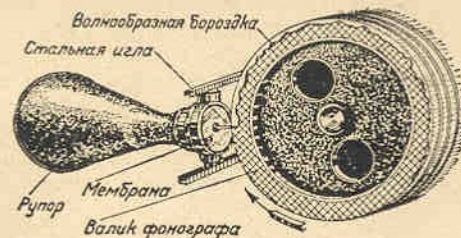


Рис. 2. Так выглядит звуковая бороздка на оловянном листе фонографа.

Рассмотрим бороздку под увеличительным стеклом. Под ним глубокая линия видна значительно яснее. Теперь видно, что игла не царапала поверхность металла, а вдавливала её. Стенки образовавшейся канавки блестящи и гладки. Но — странное дело — глубина этой канавки не везде одинакова. Она — то глубже, то мельче. В канавке образовался ряд бугорков и впадин. Если присмотреться внимательно, стараясь глядеть вдоль канавки, то какой-то удивительно знакомый пейзаж покажется нам. Что это такое? Не крохотные ли волны расположились на дне этого маленького металлического оврага?

Кто наблюдал волнение на море или озере, тот легко согласится, что это, действительно, волны. Вот виднеются крупные гребни волн; на них набегают мелкие. Еле заметная рябь кое-где покрывает канавку.

Словно застывшими волнами выглядит звук, выдавленный металлической иглой на дне оловянной канавки.

Почему это так?

Чтобы лучше понять это, разберёмся, как образовались такие волны. Проследим за работой всего прибора.

Вот равномерно вращается валик. Человек говорит несколько фраз в рупор. Игла углубилась в олово и выдавила канавку. Эта канавка, казалось бы, должна быть всюду одинаковой глубины. Однако это не так.

Чем можно объяснить, что канавка получается не одинаковой, волнистой?

Ясно, что игла, выдавливая борозду, не неподвижна, а меняет своё положение, углубляясь в поверхность олова то больше, то меньше. Но ведь игла укреплена на круглой металлической пластинке — на мембране. Значит, колебание иглы может происходить только в том случае, когда колеблется сама мембрана. А колебаться мембрану заставляют звучащие перед рупором слова.

Но почему колебания мембраны фонографа получают-ся волнообразными? Разве звук похож на волны?

Оказывается, да. Звук — это воздушные волны. Сейчас вы поймёте это.

2. ЗВУК — ЭТО ВОЛНЫ

Вспомним волны на море.

Одна за другой набегают зеленоватые волны на берег. Кажется, будто к берегу беспрерывно движется масса воды. Но так ли это? Ведь тогда вода должна была бы вскоре залить весь берег.

Бросим в волнующееся море несколько щепок и посмотрим, куда они поплывут. Мы увидим, что щепки то опускаются, то поднимаются на волнах, но остаются почти на одном месте. Значит, вода не переносится вместе с волнами к берегу, как это кажется на первый взгляд, а остаётся на месте. Каждая частица воды лишь движется всё время вверх и вниз. Такое колебание частичек воды и есть водяные волны.

Волны на воде легко получить. Опустите, например, в воду палку одним концом и начните качать её. На поверхности воды появятся волны, которые побегут от палки во все стороны.

Волны существуют не только на воде. Есть они и в воздухе. Только мы не можем их видеть, как видим волны на поверхности воды.

Возьмите гитару и резко дёрните у неё басовую струну. Если затем внимательно присмотреться к этой струне,

то нетрудно заметить, что она дрожит — колеблется. Колебание струны передаётся воздуху, и в воздухе возникают невидимые воздушные волны — так же, как от колеблющейся в воде палки образуются водяные волны. Невидимые воздушные волны и есть звук.

Звуковые воздушные волны распространяются в воздухе со скоростью приблизительно 340 метров в секунду. Встречая на своём пути какую-либо твёрдую преграду, они заставляют её колебаться так же, как водяные волны заставляют качаться, например, доску, опущенную одним концом в воду.

Вот почему колебания мембраны фонографа (а значит и иглы) волнообразны.

Записанный таким образом на валик фонографа звук нетрудно воспроизвести вновь. Для этого металлическую иглу устанавливают в начале оловянной канавки (на которой уже лежит «отпечаток» звука) и вращают валик. Игла следует по канавке и в точности повторяет все те движения иглы, благодаря которым образовалась волнистость канавки. Колебания иглы передаются мембране фонографа, на которой она укреплена. Мембрана приходит в движение и, как поршень, начинает качать воздух, заключённый в рупоре. В рупоре снова образуются воздушные волны. Они расходятся в воздухе и, попадая в наше ухо, заставляют колебаться так называемую «барабанную перепонку». Наш организм воспринимает это колебание как звук.

Наблюдая волнение на море, мы видим, что волны бывают разной высоты и расстояние между гребнями волн также неодинаково. Если качать в воде палкой часто, то на поверхности воды появятся мелкие волны. Расстояние от гребня до гребня у таких волн мало (это расстояние называется длиной волны). Если же палку качать медленно, то по воде побегут длинные волны с большим расстоянием от гребня до гребня.

Если вы понаблюдаете, стоя на одном месте, как часто проходят одна за другой водяные волны, то легко увидите, что чем длиннее волны, тем меньшее число волн пройдёт около вас за одну секунду.

Так же различны и волны в воздухе. Струна, совершающая малое число колебаний в секунду, вызывает в воздухе волны большей длины, чем струна, совершающая

частые колебания. От частоты колебаний зависит высота звука: чем больше число колебаний в секунду, тем выше — «тоньше» — звук.

Не все волны, существующие в воздухе, наше ухо воспринимает как звук. Струна, совершающая 30 колебаний в секунду, вызывает в воздухе волны длиной около 11 метров. Это «нижний» предел колебаний воздуха, который человеческое ухо улавливает как звук. Меньшее число колебаний воздуха ухо, как правило, уже не слышит. Существует также верхний предел звуковых колебаний.

Самое большое число колебаний в секунду, которое человеческое ухо воспринимает как звук, не одинаково для различных людей. Некоторые хорошо слышат звук, состоящий из 16 тысяч колебаний в секунду, что соответствует волнам длиной около 21 мм. Но у большинства людей пределом является примерно 10-12 тысяч колебаний в секунду.

3. СПОР МЕЖДУ ДИСКОМ И ВАЛИКОМ

Фонограф был изобретён в 1877 году. Он имел огромный успех. Первое время его показывали в театрах и цирках, как чудо. Лишь значительно позднее фонографы появились у отдельных граждан.

У этих аппаратов металлический валик с оловянным листом был заменён валиком из воска. Такой валик был много удобнее. После прослушивания записанного можно было соскабливать восковую поверхность валика и записывать на ней новые звуки. Владелец фонографа мог сам «наговорить или напеть», что ему вздумается, а затем слушать собственный голос.

Появились в продаже и «напетые» валики. На них уже было записано выступление какого-либо знаменитого певца или рассказчика.

Скоро, однако, у фонографа появился соперник — «граммофон».

Чем же отличается граммофон от фонографа?

Прежде всего у граммофона отсутствует цилиндрический валик. Он заменён плоским и круглым диском. На граммофонном диске, так же как и на валике фонографа, имеется звуковая бороздка. Но выглядит она иначе.

У фонографа, как вы помните, глубина бороздки неодинакова: в ней расположены гребни и впадины звуковых волн. У граммофона же, наоборот, бороздка везде одина-

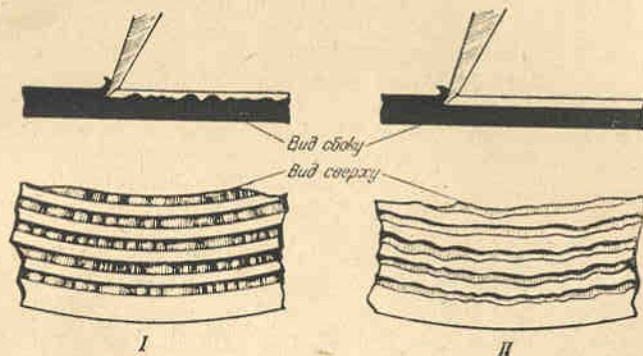


Рис. 3. Вид звуковой бороздки: I — у фонографа; II — у граммофона.

кова по глубине. Зато она извивается, как змея, и таким образом на ней запечатлеваются звуковые волны (рис. 3).

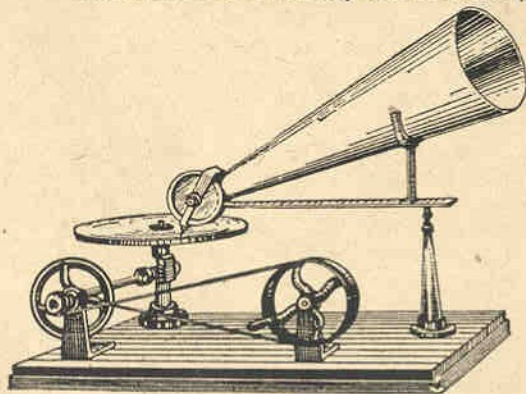


Рис. 4. Внешний вид первого граммофона.

Граммoфонный диск удобнее в хранении. Диски, сложенные, как блины, занимают очень мало места.

Но дело не только в удобстве хранения. Покупатели всё больше и больше интересовались «наговорёнными» валиками. А размножать такие валики было очень сложно. И в продажу поступало лишь столько валиков с напетой песней, сколько раз пел её певец на фабрике.

Куда проще обстояло дело с диском. Его можно было штамповать на обыкновенных прессах из специальной массы. Нужно было только иметь прочную металлическую форму — матрицу с отпечатком на ней звуковых извилин.

Возможность дешёвого производства пластинок закрепила окончательную победу граммофона. Неважно, что граммофон не годится для записи звука. Потребители стали рассматривать его как музыкальный ящик.

«Граммoфон поёт, говорит, смеётся, исполняет оркестровый ансамбль, играет соло на разных инструментах... Граммoфон поёт хором...», — так говорилось в одной из первых реклам о граммофоне.

4. ПЕРВЫЕ ФАБРИКИ ЗВУКОВ

Как же устроена фабрика, где записывают звук? В каких условиях работают люди, голоса которых продают на пластинках?

Совершим экскурсию на одну из таких первых фабрик.

Мы входим в комнату очень странного вида. Она не прямоугольная и сужается к одному концу. На что похожа эта комната?

Да ведь это рупор! Действительно, мы зашли внутрь огромного, горизонтально расположенного рупора. Но как здесь тесно. Плотно прижавшись друг к другу, в три этажа, сидят музыканты. В комнате душно. Прислонившись к стене, стоит дирижёр. Все трубы музыкантов направлены к сужающейся части комнаты-рупора.

Станные музыкальные инструменты находятся тут. Вот мы видим как будто бы скрипку. Но к ней почему-то прикреплён маленький рупор. Певец тоже вооружён рупором, который он держит у рта.

Но что находится в узкой части комнаты-рупора, куда всеми возможными усилиями собирается и направляется звук? Сужение постепенно переходит в трубу, которая направляется в соседнюю комнату. Там расположен звукозаписывающий механизм.

Устройство его не сложно. Вот уже знакомая нам круглая пластинка — мембрана. Именно к ней подошла труба — звукопровод.

И сложная комната в виде рупора, и скученность оркестра — всё это сделано для того, чтобы не рассеять мощность звука. Звук нужно собрать весь без остатка, направить его в одно место. Он должен как можно сильнее заставить колебаться мембрану. Ведь чем с большей силой колеблется мембрана, тем с большим размахом прикреплённый к ней резец будет вырезать звуковую извилину на восковом диске. Значит, звук запишется громко. Громче будет звучать и будущая пластинка.

По окончании записи диск переносится в другое отделение фабрики. Здесь электрическим способом — гальванопластикой, изобретённой в 1838 году русским учёным Якоби, восковой диск покрывается с одной стороны — именно там, где находится звуковая извилина, — тонким слоем красной меди. Получившаяся таким образом медная пластинка легко снимается с воска. На ней до самых мельчайших подробностей отпечатан след звуковой извилины.

Медная пластинка поступает в следующий цех. Это — прессовое отделение. Здесь с помощью пресса между двумя медными пластинками сжимается специальная нагретая масса, мягкая, как воск. Когда она остывает, получается хорошо всем известная чёрная граммофонная пластинка.

Современные фабрики звука выглядят иначе. Многое изменилось в настоящее время в технике записи звука. Уже не нужно оркестру тесниться в комнате-рупоре. Специальные приборы — микрофоны и электрические усилители, позволяют записывать самый слабый звук (об этом мы расскажем подробно дальше). Но техника размножения пластинок осталась почти без изменения.

5. СЛАВА ИНДИЙСКИХ БУКАШЕК

Следует коротко рассказать и о материале, из которого изготавливаются пластинки.

Долгое время одно вещество казалось совершенно незаменимым для изготовления граммофонных пластинок. Это вещество называется шеллак.

Где и как добывается шеллак? Какими особенными качествами он обладает?

Крохотные насекомые густо облепляют листья некоторых растений, растущих в далёкой Индии.

Шеллак выделяется этими насекомыми подобно тому, как у шелковичных червей выделяется шёлк.

По некоторым свойствам шеллак напоминает обыкновенную канифоль. Он также размягчается и плавится при сравнительно низкой температуре. Он жёлтого цвета и ломок. Но одно свойство резко отличает его от канифоли. Шеллак выдерживает огромные давления при сжатии. Это свойство шеллака и является самым ценным для граммофонной пластинки.

Ведь звуковая бороздка пластинки при проигрывании выдерживает огромную нагрузку: кончик граммофонной иглы давит на звуковую канавку с силой около ...тонны на один квадратный сантиметр!... Это объясняется тем, что весь вес граммофонной мембраны целиком ложится на острие иглы, а острие иглы — на крохотную поверхность. Обод паровозного колеса давит на поверхность рельса с меньшей силой.

Кроме того, стальная граммофонная игла легко скользит по шеллаку. А это необходимо для получения чистого звука.

Долгое время без шеллака нельзя было производить пластинки. Только в самое последнее время, после больших трудов, удалось, наконец, найти несколько заменителей шеллака.

Перед Великой Отечественной войной советские учёные разработали новый способ производства сложного химического вещества — винилита. По внешности он мало походил на шеллак. Но применённый в производстве пластинок, винилит показал, что он не только вполне заменяет шеллак, но даже превосходит его по качеству. Пластины, изготовленные с применением винилита, меньше шумят при проигрывании и более долговечны.

Совсем недавно, в годы войны, были организованы поиски отечественного растения, дающего заменитель шеллака. Такое растение было найдено в степях Казахстана. Местное население называет его «шаир». Смола, заключённая в его корнях, оказалась прекрасным заменителем далёкого индийского шеллака.

6. РАДИО СОВЕРШЕНСТВУЕТ ЗВУКОЗАПИСЬ

Осенью 1924 года в нашей стране появилось новое средство массового распространения музыки и человеческой речи.

Это было радиовещание.

Век граммофона кончился, — говорили многие. Зачем приобретать граммофонные пластинки, когда передачу пения и музыки можно слушать по радио.

Однако радио не заменило граммофон.

Наоборот, граммофон тесно подружился с радио. С помощью радиотехники необыкновенно усовершенствовалась по качеству граммофонная запись. Радиовещание, в свою очередь, получило огромную помощь от граммофона.

Техника радиовещания дала граммофону совершенно новый способ записи звука — электро-механический.

Чтобы хорошо разобраться в этом способе, познакомимся сначала с тем, как в радиовещании превращают звук в электрические сигналы и электрические сигналы — снова в звук.

Мы входим в просторную и светлую комнату. Здесь слышатся звуки рояля и пения. По середине комнаты на подставке вышиной в человеческий рост укреплен небольшой металлический предмет. Это — электрическое ухо — микрофон. Именно для него раздаётся тут пение. Электрический микрофон — единственный слушатель в этой комнате — студии.

Работа микрофона заключается в том, что он воспринимает волнообразные колебания воздуха, возникающие в комнате и превращает их в волнообразное колебание электрического тока.

Как это происходит?

Посмотрим, как устроен простейший микрофон (рис. 5).

В фонографе колебание мембраны, возникающее от колебаний воздуха, выдавливает с помощью иглы волнистую звуковую канавку на валике. У микрофона мембра-

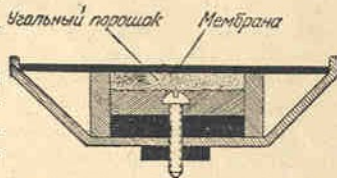


Рис. 5. Схема простейшего микрофона.

на выполняет другую работу. Она, колеблясь, сжимает то больше, то меньше прилегающий к ней с одной стороны угольный порошок. От электрической батареи к угольному порошку подводится электрический ток. Отдельные мелкие зёрна угольного порошка неплотно соприкасаются друг с другом. Благодаря этому электрический ток, проходя через порошок, испытывает сильное сопротивление. Вот тут-то и происходит превращение механических колебаний мембраны, сжимающей в большей или меньшей степени угольный порошок, в изменения силы тока, т. е. электрические колебания. Сильнее сожмёт мембрана порошок — плотнее сожмутся зёрна, и через угольный порошок потечёт более сильный ток. В другую сторону качнётся мембрана — порошок окажется менее сжатым: уменьшится сила тока.

Таким образом, звуковые колебания воздуха превращаются в колебания электрического тока. При этом волнообразное изменение силы тока в точности соответствует тем звуковым волнам, которые приводят в колебание мембрану микрофона.

Но для чего нужно превращать звук в электрические колебания?

А вот для чего. Дело в том, что звук распространяется в воздухе не так далеко. Колебания воздуха затухают очень быстро. Зато по проводам можно передать электрические колебания, в точности копирующие колебания воздуха, очень далеко.

Существует много и других систем совершенных электрических ушей — микрофонов. Каждый из них по-своему преобразует воздушные волны в неслышимый «электрический звук».

Как же снова сделать электрические колебания слышимыми, т. е. превратить их в колебания воздуха?

Для этого существует очень много приборов. Наиболее известный из них — телефонная трубка. В ней колеблющийся электрический ток проходит через обмотку электромагнита. Электромагнит то в большей, то в меньшей степени притягивает к себе железную пластинку — мембрану; она начинает колебаться. Движение мембраны передаётся воздуху, и в нём возникают звуковые волны — рождается звук. Существуют и другие преобразователи электрических колебаний в звук. Некоторые из

них воспроизводят звук очень громко; они называются громкоговорителями.

Для громкоговорителей радиотехники используют специальные приборы — усилители. Главная часть усилителя — электронная лампа. С помощью усилителей очень слабые электрические колебания превращаются в мощные.

Усилители работают необычайно точно. Все мельчайшие изменения первоначального слабого тока в точности соответствуют колебаниям усиленного тока.

Превращение звука в электрические колебания и преобразование их снова в звук были известны давно. Первые телефон и микрофон появились почти одновременно с фонографом. Но в то время казалось, что они не могут дополнять или помогать друг другу. И только с появлением радиотелефонной техники положение резко изменилось.

Посмотрим теперь, как выглядит звукозаписывающий цех современной граммофонной фабрики.

Мы входим в большую и светлую комнату. Это — студия. Оркестр уже не теснится здесь, как прежде. Музыканты свободно расположились, как им удобно. Не напрягает изо всех сил свои лёгкие певец. Самые тихие, почти исчезающие звуковые колебания воздуха уловит теперь микрофон. Этих ничтожных колебаний раньше не хватало бы для того, чтобы записать звук. Теперь это не имеет никакого значения. Пусть от маленьких колебаний возникнут такие же маленькие колебания электрического тока. Как бы они не были малы, всё равно усилитель с электронными лампами усилит их.

Обычно в студии устанавливается несколько микрофонов. Один из них находится, например, ближе к басовым инструментам, другой — к скрипкам. Провода от всех микрофонов сведены в одно место, где находится специальный контролёр звуков. Он внимательно слушает с помощью громкоговорителя или телефонных наушников, как звучит оркестр, и, по мере надобности, исправляет это звучание. Ведь у него в руках находится возможность смешивать звуки, поступающие от различных микрофонов. Если слабо, например, звучат басы, он может открыть больше доступ электрическим колебаниям, приходящим от микрофона, стоящего ближе к басам. Можно также приглушить скрипки.

Вот почему современные пластинки, записанные с помощью электрического метода, звучат яснее и естественнее, чем пластинки, записанные прежним способом.

Но как же от микрофона записывается звук?

Последуем в другое отделение современной фабрики звуков.

Здесь, как и прежде, на специальном станке — равномерно вращающийся восковой диск (рис. 6). Но к нему

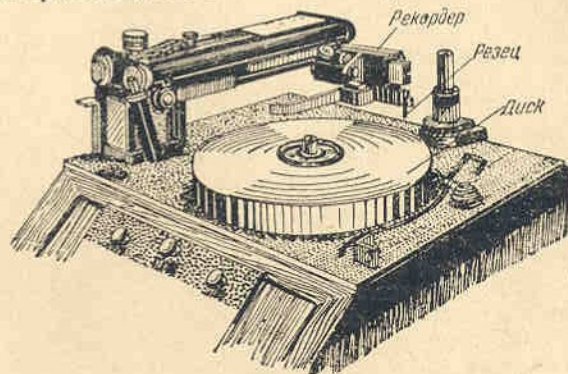


Рис. 6. Станок для записи звука на пластинки.

подведена уже не труба звукопровода. Трубу заменяют электрические провода, протянутые из студии. По этим проводам течёт колеблющийся со звуковой частотой электрический ток. Он поступает в прибор, который называют рекордером. Рекордер — это электрический записыватель звука. Его задача заключается в том, чтобы колебания электрического тока преобразовывать в механические колебания резца.

В рекордере, как и в телефонной трубке, колеблющийся электрический ток проходит через обмотку электромагнита. Электромагнит то сильнее, то слабее притягивает к себе маленький железный сердечник — якорь. А на конце якоря укреплен резец. Таким образом, колебания якоря в точности передаются резцу, и он пишет на восковом валике звуковую канавку.

7. СОВРЕМЕННЫЙ ГРАММОФОН

Давно уже не изготавливаются граммофоны старинного вида: с никелированными рупорами, полированными ящиками и металлическими украшениями. Их заменили лёгкие переносные граммофоны.

Однако по устройству механизма современный граммофон ничем не отличается от прежнего. Пружинный механизм, диск, мембрана и рупор, — это всё те же детали, которые имел граммофон и раньше. Но выполнены они совершенно иначе. Теперь каждая деталь рассчитана математически, на основе выросшей за это время науки о звуке — акустики.

Строго учтена, например, форма рупора. Это уже не просто труба. Теперь рупор устроен так, что узкая часть его отзывается (резонирует) на звук высокого тона; более широкая — на более низкий тон и, наконец, самая широкая часть рупора — на самые низкие тона.

Мы уже говорили, что звуковые колебания различны по частоте. Самые медленные колебания воздуха, которые улавливаются человеческим ухом как звук, — это приблизительно 50—80 колебаний в секунду. Самые частые колебания, слышимые ухом, 8—10 тысяч колебаний в секунду.

Какие же колебания мог воспроизводить старинный граммофон? Оказывается, только от 300 до 2,5 тысяч колебаний в секунду. Значит, не все звуки, слышимые нами, могли воспроизвести первые граммофоны.

Именно этим и объясняется тот своеобразный «граммофонный» оттенок, который слышен у старинных граммофонов.

Хорошо, что человеческое ухо не очень требовательно! Получая всего только одну пятую часть слышимых звуков, оно всё-таки продолжает воспринимать такое звучание, как музыка или человеческий голос.

Современная электрическая запись звука запечатлевает на граммофонной пластинке приблизительно от 80 до 5 000 колебаний в секунду.

Современный граммофон способен воспроизводить звуковую частоту, начиная от 150 колебаний и кончая 3,5 тысячами колебаний в секунду.

Кроме электрической записи звука на граммофонную пластинку, появилось также и электрическое воспроизведение звука с пластинки.

Для этой цели был придуман специальный электрический звукоосниматель — *адаптер*. Он ставится на граммофонную пластинку вместо обычной мембраны. Звукоосниматель превращает механическое колебание иглы в колеблющийся электрический ток.

Такой прибор обычно присоединяют к радиоприёмнику, у которого, как известно, имеются усилительные электронные лампы и громкоговоритель. Звук при этом воспроизводится с пластинки очень чисто и громко.

8. ФОТОГРАФИЯ ЗВУКА

«Великий Немой» — так 20—30 лет назад называли кинематограф.

Многие тогда считали, что звук в кино не нужен.

— Звук испортит это искусство, если оно будет походить на театр, — говорили они. — Не нужен кинематографу звук...

И в самом деле, несовершенна была в то время техника записи и воспроизведения звука. Хрипящий фонограф действительно вызывал одно лишь раздражение у зрителей. Вот как выглядел демонстрационный зал первого звукового кинематографа.

У экрана находился фонографический валик большого размера. На зрителей был направлен длинный конический рупор. Это — специальный фонограф. К нему от проекционной будки, через голову зрителей, тянулась подвешенная на роликах толстая нитка. При помощи этой нитки движение валика согласовывалось с движением кинематографической ленты.

Когда начинался кинозвукосеанс, странно было слышать огромного, заполняющего собой почти весь экран, певца, голос которого был еле слышим. А тут ещё зрители начинали замечать, что слышимый звук всё более и более не совпадает с движением губ певца.

Недовольными уходили зрители из кино.

Не помогла и замена фонографа граммофоном. Слабый граммофонный звук также не заполнял как следует зрительный зал.

Самым хлопотливым делом для первых конструкторов звукового кино было добиться хорошего совпадения звука с движущимся изображением. Вот почему многие изобретатели обратили своё внимание на целлулоидную киноплёнку, на которой снята кинокартина. Нельзя ли непосредственно на ней записывать звук? Ведь тогда изображение уже никогда не будет расходиться со звуком.

В этом направлении было сделано много интересных попыток. Звуковую борозду пытались вырезать различными способами по краям киноленты. Но все эти опыты были неудачны. «Великий Немой» говорил плохо.

И вот тогда вспомнили о фотографии. А нельзя ли сфотографировать звук? Это оказалось возможным.

Уже давно было замечено, что если на колеблющейся от звука мембране укрепить маленькое зеркальце и направить на это зеркальце свет, то зайчик, отражённый от зеркальца, начнёт колебаться.

Ну а если такой зайчик направить в темноте на движущуюся киноплёнку, покрытую светочувствительным слоем? Не сфотографируется ли на ней «звуковая дорожка» — волнистая линия? Сфотографируется!

Световой зайчик нарисует её, как движущийся резец рисует звуковую извилину на граммофонной пластинке (рис. 7). Затем светочувствительную плёнку необходимо «проявить» и «закрепить», словом, сделать всё то, что делается обычно с фотографическими пластинками и плёнками, на которых снимается какое-нибудь изображение. После этого на киноплёнке появится зубчатая чёрная линия — след колебавшегося со звуковой частотой луча света.

Такова и была первая фотографическая запись звуковых колебаний воздуха.

Если такую запись сравнить с различными видами механической записи звука, то станет ясно, что она напоминает граммофонную запись. Как на граммофонной пластинке, так и у первой световой записи колебания расположены поперёк линии борозды. Поэтому такая фотографическая запись была названа *поперечной*.

Но ведь у механической записи звука существует ещё глубокий способ, когда колебания звуковых волн записываются в виде борозды различной глубины. Так имен-

но производилась запись звука фонографом. Нельзя ли этот способ применить при фотографировании звука?

Что если поступить следующим образом: взять электрическую лампочку и пропустить через неё ток, колеблющийся со звуковой частотой? Ведь сила света при этом будет меняться соответственно колебаниям тока.

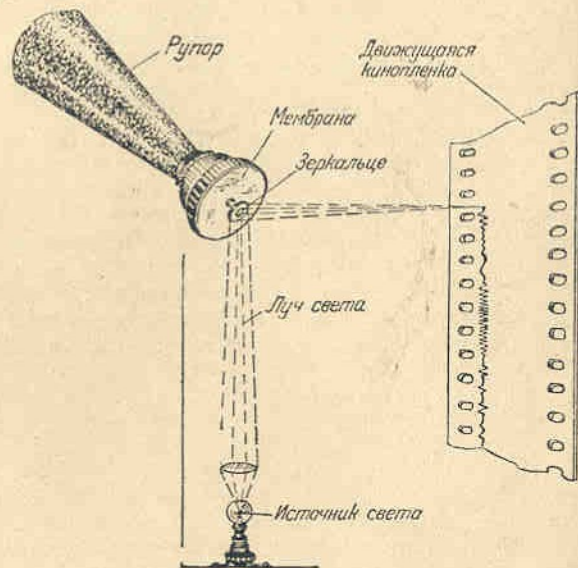


Рис. 7. Схема световой записи звука с помощью зеркала.

Дальше уже понятно, как нужно поступить. Колеблющийся по яркости световой поток от лампочки надо направить на движущуюся киноплёнку. На ней сфотографируются то более светлые, то более тёмные места. Такая звуковая дорожка и будет подобна звуковой борозде в глубину. Эта запись была названа *глубинной* (рис. 8).

Конечно, для практической записи звука фотографическим путём не пригодна обыкновенная лампочка. Не пригодно и зеркальце на мембране. Оба эти примера приведены лишь как самые простые, допускающие фотогра-

фирование звука. На самом же деле работающая в кино аппаратура для записи звука более сложна.

Современная аппаратура для световой записи звука свободно записывает почти все звуки, слышимые человеческим ухом.

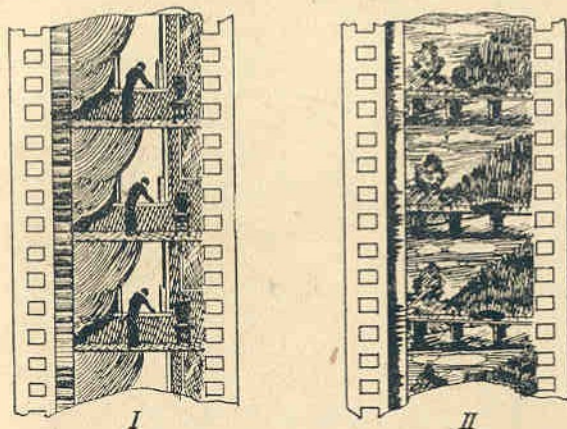


Рис. 8. Кусок киноплёнки со звуковой дорожкой: I — глубинная запись звука; II — поперечная запись.

Именно с появлением световой записи, более совершенной, чем механическая, стало возможным развитие звукового кино.

Для того чтобы «Великий Немой» заговорил ясно и отчётливо, потребовалась большая работа многих учёных. Немало потрудились над озвучанием кино наши советские инженеры и учёные. Об этом мы расскажем дальше. Теперь же необходимо познакомить читателя со способом воспроизведения звука с фотографической записи.

9. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ГЛАЗ

В конце прошлого столетия русский учёный — профессор физики Московского университета А. Г. Столетов — наблюдал замечательное явление. Он заметил, что в некоторых веществах при освещении их светом возникает

электрический ток! Одним из таких веществ является например цинк. Если из цинка сделать пластинку и направить на неё яркий луч света, в пластинке появится слабый ток.

Если освещать цинковую пластинку меняющимся по силе световым потоком, то и электрический ток потечёт через неё уже не равномерно, а будет меняться по силе.

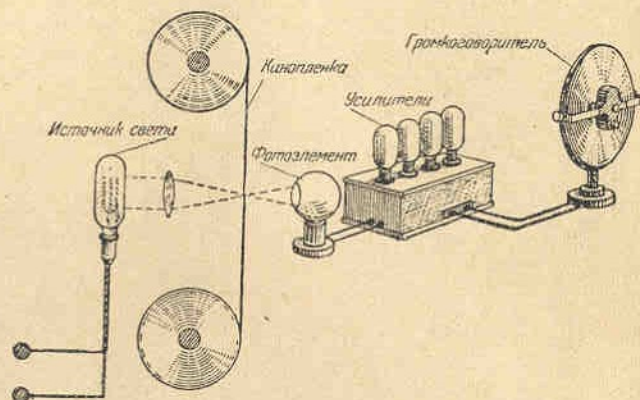


Рис. 9. Схема воспроизведения звука с киноленты с помощью фотоэлемента.

Приборы, в которых под влиянием света возникает электрический ток, были названы фотоэлементами. Называют их также «электрическими глазами» — ведь они превращают энергию света в энергию электричества, они по-своему «чувствуют» свет (более подробно о фотоэлементах см. книжку в серии «Научно-популярная библиотека» Гостехиздата В. А. Мезенцев «Электрический глаз»).

В настоящее время электрические глаза применяются в самых различных областях науки и техники. Одним из главных потребителей фотоэлементов является звуковое кино. Именно с их помощью удаётся ясно и отчётливо воспроизводить звук с фотографической записи его на киноленте.

Чтобы воспроизвести звук с фотографической записи при помощи фотоэлемента, не требуется особо сложной аппаратуры.

Представьте себе, что кинолента с записанным звуком движется, а на её звуковую дорожку направлен очень тонкий луч света. Если мы будем наблюдать за этим лучом через плёнку, то увидим, что он мигает. Это тёмные и светлые места звуковой дорожки то больше, то меньше заслоняют свет. Равномерный световой поток превратился в колеблющийся. Нетрудно догадаться, что эти колебания будут точно такими же, какими записывалась звуковая дорожка.

Вот тут-то и нужен электрический глаз, чтобы колебания светового потока превратить в колебания электрического тока.

Что делать с колеблющимся электрическим током дальше, уже известно. Усилители с электронными лампами увеличат слабые электрические колебания, и громкоговоритель воспроизведёт их как звук (рис. 9).

10. КАК СОЗДАВАЛОСЬ СОВЕТСКОЕ ЗВУКОВОЕ КИНО

В ноябре 1926 года в одной из лабораторий Физического института Московского университета началась напряжённая работа. Группа научных сотрудников задумала сделать нечто совсем необычное.

— Шутка ли сказать! Говорящее кино! Нужно ли это?

Руководители работы — молодые инженеры П. Г. Тагер, И. С. Джигит и А. А. Шишов.

Как лучше всего записать звук на кинолентку? — вот тот вопрос, над которым думали советские инженеры.

Шаг за шагом приближались инженеры к решению сложной задачи. Прежде всего необходимо было найти способ наиболее совершенно превращать электрические колебания в световые.

Может быть, нужно воспользоваться мембраной с зеркальцем, о которой говорилось раньше? Нет. Мембрана имеет вес и может внести искажение в сложные звуковые колебания. Нельзя допустить, чтобы будущее говорящее кино зазвучало как старинный граммофон.

И вот начались поиски.

Наконец, на столе перед Тагером — авторское свидетельство. Оно говорит о том, что разработанный им аппарат является оригинальным. Это — изобретение.

Модулятор — аппарат для преобразования электрических колебаний в световые, построенный Тагером и его товарищами, устроен следующим образом. Свет от электрической лампочки проходит сначала сквозь призму из горного минерала — исландского шпата. Затем он попадает в специальную камеру, наполненную особой жидкостью — нитробензолом. В этой жидкости располагаются две пластинки, к которым и подводится меняющийся со звуковой частотой электрический ток от микрофона.

Проходя между этими пластинками, свет под влиянием меняющегося электрического тока также меняется по своей силе. При этом изменения светового потока строго соответствуют электрическим. Свет приобретает колебания, соответствующие звуковым, принятым от микрофона. Теперь его уже нетрудно направить на движущуюся киноплёнку. Так звук фотографируется на звуковой дорожке киноленты.

Но не только один модулятор нужен для звукозаписывающей аппаратуры. Нужны ещё: лентопотягивающий механизм и другие совершенные приспособления для того, чтобы звук, записанный на плёнку, получился чистым и ясным. Всё это постепенно создавалось в лаборатории Тагера.

Первые публичные опыты фотографической записи звука на аппаратуре Тагера прошли очень успешно.

Вскоре же начались и съёмки хорошо всем известной звуковой кинокартины «Путёвка в жизнь» (рис. 10).

«Путёвка в жизнь» прошла с огромным успехом как у нас, так и за границей. Везде отмечали хорошее качество звука.

Позднее аппаратура Тагера подвергалась различным изменениям и усовершенствованиям. Вскоре её начал выпускать один из наших заводов. На звукозаписывающей аппаратуре системы Тагера снималось много картин.

«Звук снят по системе Тагера» — было написано в заглавии таких картин.

Несколько позднее, чем Тагер и его товарищи, за разработку другой звукозаписывающей аппаратуры принялся советский инженер А. Ф. Шорин. Ему захотелось построить такую аппаратуру, которая записывала бы звук поперечным способом.

Шорин изобрёл свой модулятор света. Этот модулятор был устроен так.

Представьте себе тонкую металлическую нить, находящуюся между полюсами сильного электромагнита. Через нить проходит колеблющийся со звуковой частотой электрический ток.

Известно, что всякий проводник, по которому течёт ток, отклоняется сильным магнитом в сторону. Отклоняется поэтому и нить модулятора Шорина. Но так как в устройстве Шорина по металлической нити течёт ток, колеблющийся по своей силе, то и нить отклоняется не с одинаковой силой — она начинает совершать колебания.

Мимо такой колеблющейся нити через узкую щель проходит свет от электрической лампочки. Нить задерживает этот свет то больше, то меньше, и на плёнке фотографируется зигзагообразная кривая — поперечная запись звука.

Первой звуковой картиной, снятой по системе Шорина, была концертная программа. В ней были сняты различные музыкальные инструменты и показывалась возможность воспроизводить звук этих инструментов на экране.

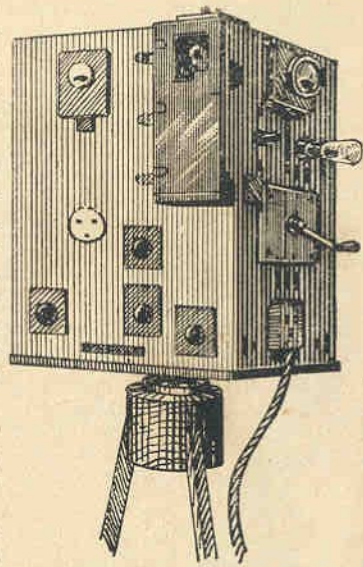


Рис. 10. Первый опытный звукозаписывающий аппарат Тагера, на котором снималась кинокартина «Путёвка в жизнь».

Аппаратура Шорина стала также изготавливаться на одном из заводов (рис. 11). С её помощью было снято много известных картин. «Великий гражданин», «Юность Максима» и другие.

Модуляторы Тагера и Шорина не так просты по своему устройству. Но вот совсем простой модулятор света был разработан научными сотрудниками лаборатории Ленинградской кинофабрики Белгоскино.

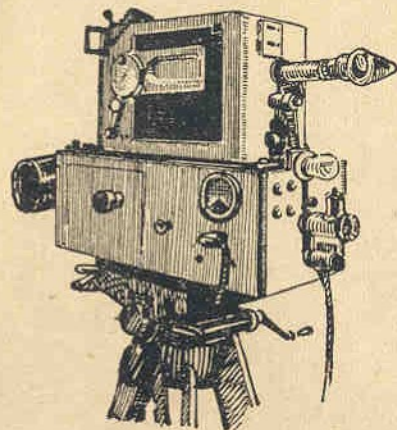


Рис. 11. Один из первых образцов звукозаписывающего аппарата Шорина.

Однако практически обычная электрическая лампа — очень плохой модулятор. Дело в том, что для успешной записи звука на плёнке колебания света в лампочке должны очень точно соответствовать колебаниям электрического тока, идущего от микрофона. А для этого необходимо, чтобы нить электрической лампы охлаждалась и нагревалась с такой же скоростью, с какой изменяется по своей силе электрический ток. В обычной электрической лампочке этого нет. Её нить охлаждается и нагревается слишком медленно. Но нельзя ли в таком случае построить электрическую лампочку, нить которой охлаждалась и нагревалась бы очень быстро? Разрешением этого вопроса и занялись сотрудники Ленинградской кинофабрики Белгоскино.

Работа изобретателей увенчалась успехом. Они построили такую лампу, в которой, благодаря сильному

охлаждению нити, можно получать очень быстрые световые колебания.

Коротенький волосок этой лампы укреплен таким образом, что он плотно соприкасается со слюдяной пластинкой. Эта пластинка нужна для того, чтобы тепло от раскалённого волоска свободно уходило в слюду. Кроме

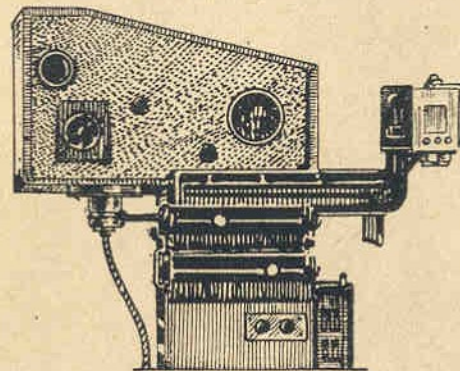


Рис. 12. Звукозаписывающий аппарат с модулятором из лампочки накаливания, построенный на кинофабрике «Белгоскино».

того, в стеклянном баллоне лампочки нет пустоты, как в обычной. Его заполняет газ — водород, имеющий большую теплопроводность и, следовательно, также сильно охлаждающий нить.

Таким образом получился очень простой модулятор света. Меняющийся по силе свет, излучаемый такой лампочкой, направляется через щель на движущуюся киноплёнку, и на ней записывается звуковая дорожка.

С помощью описанного модулятора света были сняты картины: «Переворот», «Слава мира», «Возвращение Натана Беккера», «Первая любовь» и другие (рис. 12).

Такая звукозаписывающая аппаратура была построена в 1929 году автором этой книги совместно с А. Машковичем.

Вы познакомились с различными системами звукозаписывающей аппаратуры. Посмотрим теперь, как практически записывают звуки на киноплёнку. Совершим экскурсию на кинофабрику.

11. ФАБРИКА ДВИЖУЩИХСЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ЗВУКОВ

Современная кинофабрика — огромное и сложное предприятие.

Многие посетители кинотеатров совершенно не представляют себе, сколько усилий и времени требует производство кинокартины.

Мы входим в просторное и высокое помещение. Оно заполнено декорациями с изображениями гор и лесов, домов и комнат. Тут же на подставках расположились большие и маленькие прожекторы. Прожекторы свисают с потолка. Прожекторы стоят на полу. Морем света нужно залить декорацию, чтобы движущаяся фотография получилась отчётливой и яркой. Киноработники не надеются на солнце. Оно слишком капризно. Часто выгоднее в закрытом помещении выстроить кусочек декоративной улицы, чем ожидать солнечной погоды на настоящей улице. Да и работать в закрытом помещении значительно удобнее.

Перед декорацией расположился киносъёмочный аппарат.

На приспособлении с длинным шестом, по внешнему виду напоминающем устройство для украинского колодца — «журавель», висит микрофон. Его часто приходится передвигать, следуя за движениями актёров. От правильного расположения микрофона зависит ясность звучания.

Толстые бронированные провода тянутся от микрофона к специальной звукозаписывающей кабине. Там расположен звукозаписывающий аппарат. Он записывает звук на отдельной плёнке. Изображение снимается на другой плёнке, находящейся в киносъёмочном аппарате. В дальнейшем изображение и звук с двух плёнок переносятся фотографическим путём на одну.

В комнате, где расположена звукозаписывающая аппаратура, тихо. Работающие здесь люди внимательно прислушиваются к маленькому контрольному громкоговорителю, из которого слышатся звуки.

Прежде чем начать киносъёмку какой-либо сцены, режиссёр — главный руководитель съёмки — проводит большое число репетиций.

Много раз подряд повторяют актёры заученные фразы. Проверяют произношение, ясность звука, переставляют микрофоны.

Эта кропотливая работа длится очень долго. Она занимает основное время в работе съёмочной группы. Сама съёмка длится всего несколько минут в течение всего рабочего дня.

Не всегда запись звука ведётся одновременно со съёмкой изображения. Иногда поступают иначе. Уже заснятое изображение демонстрируется на экране в специальной звуковой комнате. Находящиеся тут же актёры внимательно вглядываются в экран и говорят или поют, согласуя свой голос с заснятым изображением.

Такая съёмка называется последовательным озвучанием.

Она незаменима во многих случаях. Очень часто этим приёмом пользуются, например, тогда, когда хорошо играющий актёр не умеет петь. В этом случае снимают изображение одного человека, а записывают голос другого!

Электрические колебания звуковой частоты позволяют производить над собой самые удивительные преобразования. Нужно, например, создать звонкое эхо. Специальный прибор легко справляется с этой задачей, и глухой голос человека, говорившего перед микрофоном в маленькой комнате, становится протяжно звучащим — как в пустующем зале. Это — прибор для получения искусственного эхо.

Или другой пример. Перед одним микрофоном раздаётся звон колокола. В это же время перед другим микрофоном говорит актёр. Голос актёра накладывается на звучание колокола при помощи специального прибора. При этом звуки не просто смешиваются, а начинают звучать совсем по-новому. Колокол начинает как бы говорить человеческим голосом!

12. ХУДОЖНИК ПО ЗВУКУ

Мы рассказали о том, как люди научились фотографировать звук. Он расположен на киноплёнке в виде хорошо заметных на-глаз волнистых линий.

А нельзя ли их нарисовать от руки? Эту задачу поставил перед собой советский изобретатель А. Шолпо.

Он внимательно принялся за изучение звуковых линий. Конечно, тут существует какая-то закономерность. Вот — высокий тон. Он расположился на плёнке в виде мельчайших зубчиков. Басы, наоборот, выглядят в виде длинных и пологих волн. Звучание рояля имеет свой признак, заметный на звуковой дорожке в виде характерных извилил; звучание гармонии — другой.

Трудно было разобраться во всех подробностях этой закономерности.

Но Шолпо справился с этой задачей.

Для удобства работы был построен специальный прибор. Нарисованное изображение звука фотографировалось с помощью такого прибора на киноплёнку.

Много неожиданностей принесла эта работа. Художнику звука не удалось в точности воспроизвести существующие музыкальные инструменты. Зато получилось новое, нигде в природе не встречающееся звучание!

Вскоре Шолпо научился рисовать самые разнообразные звуки, как игриво-весёлые, так и мрачные.

Многие из вас, вероятно, видели мультипликационные, т. е. нарисованные от руки картины. Эти картины часто сопровождался рисованным звуком Шолпо. Такой звук легко узнать, так как его звучание не походит ни на один из существующих музыкальных инструментов.

К сожалению, рисование звука — очень кропотливая работа. Поэтому рисованный звук получил распространение только в отдельных случаях, главным образом, в мультипликационных картинах.

13. ГОВОРЯЩАЯ ПЛЁНКА И ГОВОРЯЩАЯ БУМАГА

Широкое распространение получили граммофонные пластинки. Они имеются во многих домах. Фотографическая же запись звука применяется только в звуковом кино. А между тем фотографическая запись звука более совершенна, чем граммофонная.

Нельзя ли и фотографическую запись сделать общедоступной, удобной для широкого пользования?

Для этой цели, по предложению П. Г. Тагера, был построен специальный прибор — световой граммофон. В нём звук воспроизводился с очень узенькой кино-

плёнки, шириной всего 4 мм. На такой плёнке имелась только звуковая дорожка, без изображения. Такой граммофон можно применять для передачи радиовещательной программы, для обслуживания клубов, а также и в частных квартирах.

Основной недостаток такого светового граммофона — дороговизна плёнки.

Нельзя ли её заменить чем-нибудь другим? Этим занялись в 1930 году советские изобретатели Б. Скворцов и Н. Степанов.

Они вспоминали о фотографической бумаге. Ведь звук можно снять на неё! И он прекрасно отпечатается, как любое фотографическое изображение. Но что же делать с этой бумагой дальше? Ведь бумага-то непрозрачная. А мы знаем, что при воспроизведении звука киноплёнка просвечивается сильным источником света для того, чтобы получились световые колебания, попадающие в фотоэлемент.

Изобретатели разрешили эту задачу следующим образом. Они построили такое приспособление, в котором сильный световой пучок падает на бумагу с фотографической записью звука, отражается от неё и попадает на фотоэлемент.

Известно, что свет отражается от различных участков предмета не одинаково: чем темнее участок, тем больше света поглощается в этом месте, тем слабее отражённый свет. От светлых же участков свет отражается почти полностью. Таким образом, светлые и более тёмные участки, расположенные на звуковой дорожке в виде волнообразной линии, вызовут при движении бумаги различное отражение света — отражённый свет будет колебаться в полном соответствии с тёмными и светлыми местами звуковой дорожки.

Дальше такой свет уже легко превращается фотоэлементом в колебания электрического тока, а эти колебания с помощью усилителя и громкоговорителя — в звук.

Изобретателями был построен очень простой аппарат, который, будучи присоединённым к радиоприёмнику, вполне заменяет граммофон.

Вместо пластинок у него используется длинная бумажная лента, по размерам и внешнему виду напоминающая киноплёнку.

После смерти изобретателей их аппарат был значительно усовершенствован многими специалистами и стал выпускаться нашей промышленностью.

Самым положительным качеством такого аппарата является то, что для него очень просто изготовлять бумажные ленты, заменяющие граммофонные пластинки. Их изготовление значительно упростилось ещё тем, что звук стали не фотографировать каждый раз заново, а просто печатать обычным типографским способом.

Звучащую человеческую речь и музыку стали печатать на обыкновенной бумаге, как газету и книгу!

14. ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ ЗАПИСЬ НА ПЛЁНКЕ

Непродолжительно звучание граммофонных пластинок. Одна пластинка проигрывается обычно в течение трёх с половиной минут. Но что делать, если нужно подробно записать, скажем, работу какого-нибудь съезда?

Для этого уже известный нам инженер Шорин сконструировал специальный прибор — шоринофон. Этот прибор записывает звук электромеханическим способом — на старой использованной киноленте — с помощью резца, как это делается на граммофонной пластинке. Шоринофон и записывает, и воспроизводит звук. Для записи в нём применяется электрический записыватель — рекордер (см. стр. 16); он же служит и звукоусилителем — адаптером (см. стр. 18). Только при записи пользуются резцом, а при воспроизведении звука меняют его на иглу.

Плёнка в аппарате Шорина применяется в виде большого рулона, медленно перематывающегося на другой. Таким образом продолжительность звучания в нём зависит от размеров рулона.

Аппарат снабжён специальным усилителем и хорошим микрофоном.

Некоторые образцы шоринофона могут записывать звук непрерывно в течение полутора часов.

Но ведь и обычная световая запись будет работать так же долго, если взять длинную плёнку, — скажет читатель, — какое же преимущество представляет в таком случае этот прибор?

Всё дело в том, что при оптической записи звука нельзя воспроизвести его немедленно, сразу же после окончания записи. Фотографическую плёнку нужно проявить, закрепить, промыть и высушить. Всё это отнимает, по крайней мере, несколько часов. Используя же плёнку с механической записью, можно прослушивать записанное немедленно!

15. ЗВУКИ, ПРИТЯНУТЫЕ МАГНИТОМ

Вы познакомились с самыми разнообразными способами записи звуков. Их записывают на оловянном листе, на воске, фотографируют на киноплёнке, рисуют и, наконец, вырезают механическим способом на киноплёнке или пластинке.

Казалось бы, всё! Однако нет. Нашёлся ещё один совершенно отличный от предыдущих, удивительный способ. Речь идёт о магнитной записи звука.

Быстро скользит тонкая стальная проволока; она перематывается с одной катушки на другую. Как же на ней записать звук? На крепкой поверхности стали не выдавить звук механическим способом. На ней нельзя сфотографировать звук. И всё-таки звук на струне записали, и записали очень простым способом.

Для этого использовали свойство стали — намагничиваться и оставаться в намагниченном состоянии.

Представьте себе, что стальная струна проходит возле маленького электромагнита, прикасаясь к нему (рис. 13). В это же время по обмотке электромагнита проходит электрический ток, изменяющийся по своей силе со звуковой частотой. В результате стальная струна будет беспрерывно намагничиваться. Но ведь сила тока в электромагните постоянно изменяется. Как это будет сказываться

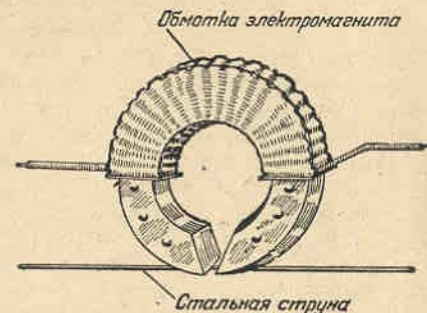


Рис. 13. Схема магнитной записи звука.

на намагничивании струны? А так, что на разных участках струны намагничивание будет неодинаковым. На стальной струне образуются невидимые «магнитные бугры» и «впадины» — волнообразная магнитная запись.

Такую запись очень просто и воспроизвести. Когда намагниченная струна будет двигаться мимо такого же электромагнита, то в нём образуется электрический ток, меняющийся со звуковой частотой. Намагниченная струна вызывает при своём движении в электромагните электрический ток. Ведь известно, что в проволочной катушке всегда появляется электрический ток, если мимо неё передвигается любой магнит.

Преимущества магнитной записи заключаются не только в простоте.

Предположим, что записанное на проволоке звучание нам уже не нужно. Если бы это была граммофонная пластинка или запись звука на плёнке, то их оставалось лишь выбросить. Совершенно иначе можно поступить со струной. Стоит только к ней поднести сильный магнит, как вся магнитная запись стирается — вся проволока намагничивается равномерно и становится годной для новой звуковой записи! Сильный магнит — это своего рода резинка для стирания того, что записано плохо или стало ненужным.

Необходимо ещё добавить, что стальная струна не портится от бесконечных намагничиваний. Таким образом, срок её службы определяется лишь её механической прочностью.

Способ магнитной записи звука стал известен ещё в 1895 году. Но потребовалось много времени, прежде чем он получил практическое применение. Над усовершенствованием магнитной записи много работали советский изобретатель С. Витовский и инженер Е. Голдовский. Советскому изобретателю Н. Мануйлову удалось сконструировать такой аппарат, у которого проволока уже не перематывалась с катушки на катушку, а плотно лежала на вращающемся большом барабане. Таким образом, она нигде не перегибалась и могла работать очень долго.

Магнитную запись удобно применять во многих случаях. Особенно она незаменима в диктографах —

аппаратах, с помощью которых можно продиктовать какую-нибудь деловую бумагу, а затем передать записанное машинистке для перепечатки на машинке. Неудачную фразу или даже слово можно легко стереть и заменить другими.

16. О ЛЕНТОЧКЕ, ПОКРЫТОЙ РЖАВЧИНОЙ

Не совсем удобна для записи звуков стальная струна. Она — ломка. Трудно соединить концы разорвавшейся проволоки. И наконец, катушки со струной имеют значительный вес.

Вот, если бы найти намагничивающийся материал, лёгкий и гнущийся, как бумага!

Долго искали такой материал. Наконец он был найден. Это были обыкновенная бумага или тонкий целлулоид, покрытые... железной ржавчиной, которая также может намагничиваться. Чтобы ржавчина пристала к бумаге, из неё была изготовлена краска, и краской покрыта длинная бумажная лента.

Если такую ленту перематывать с катушки на катушку так, чтобы она проходила мимо магнитного звукозаписывателя, то на краске так же, как на стальной проволоке, остаются магнитные звуковые сигналы — магнитная запись.

Однако при воспроизведении этих сигналов оказалось, что они очень слабы. Слишком плохо намагничивается железная ржавчина. А слабые магнитные сигналы вызывают и слабые электрические токи в магнитном звукоснимателе.

И вот на помощь опять пришли усилительные электронные лампы. С их помощью ничтожные электрические сигналы превратились в сильные и хорошо слышимые.

Позднее такую магнитную плёнку стали изготавливать не из бумаги, а из прозрачного и хорошо гнущегося материала — целлофана.

Сколько удобств заключает в себе тоненькая и гибкая целлофановая ленточка с нанесённой ржавчиной!

В маленькой катушке диаметром в три раза меньше, чем граммофонная пластинка, заключена лента, на которой записан звук на целых 15—20 минут. А вес её легче граммофонной пластинки в три раза!

Если нужно, такая плёнка легко разрезается ножницами и склеивается обыкновенным клеем. Как и у стальной проволоки, записанное на плёнке можно стирать, и на прежнее место записывать новое звучание.

Разработкой аппаратуры для записи звука на целлофановую магнитную ленту у нас занимался крупнейший специалист в области электроакустики И. Горон вместе со своими помощниками В. Пархоменко и А. Врублевским.

17. МАГНИТНАЯ СТРАНИЦА

Необычный и очень интересный звукозаписывающий аппарат разработан и построен советским изобретателем И. Рабиновичем.

В нём мы не видим ни движущейся проволоки, ни ленты, ни вращающегося диска. В этот аппарат, словно в пишущую машинку, закладывается лист бумаги обычного формата.

Правда, бумага не совсем обыкновенная. С одной стороны она покрыта уже знакомым нам тонким слоем краски из ржавчины. На этом листке бумаги производится магнитная запись.

Отличительная черта такого аппарата заключается в том, что не материал, на котором производится запись, движется перед звукозаписывателем, а наоборот, звукозаписыватель — перед бумагой. С помощью специального приспособления он как бы качается вперёд и назад. Сам же лист, как и в пишущей машинке, передвигается медленно. На нём ложатся в строгой последовательности невидимые магнитные строчки.

С такой же последовательностью этот аппарат и читает записанный звук.

Такая магнитная запись очень удобна для пересылки по почте. Ведь лист бумаги с записанным на нём звуком можно свободно уложить в конверт! По весу такая бумага не отличается от обыкновенной.

Позднее И. Рабинович сконструировал другой записывающий аппарат, у которого также применялся принцип «построчной записи». В новом аппарате звук записывается на обычную киноплёнку, покрытую с одной стороны магнитной краской. Эта плёнка не перематывается быстро с катушки на катушку, как в обычных аппаратах. Она лишь

медленно передвигается по мере того, как рекордер записывает поперёк её длины строчку за строчкой.

Такой аппарат удобен во многих отношениях. На запись большой продолжительности уходит короткий кусочек плёнки. Его можно отрезать, свернуть в маленький рулончик и передать по назначению. Аппарат приспособлен

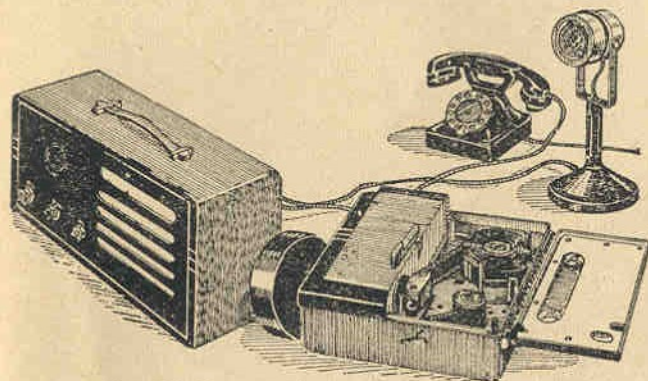


Рис. 14. Магнитный аппарат И. Рабиновича.

для самых различных применений. Им можно, например, записать звук при помощи прилагаемого к аппарату хорошего микрофона. Подключив аппарат к телефону, можно принять телефонограмму (рис. 14).

18. ЗВУКОЗАПИСЬ ПОМОГАЕТ РАДИОВЕЩАНИЮ

В этой книге уже рассказывалось о том, как техника радиовещания помогла развиваться звукозаписи. Вскоре настал черёд и звукозаписи отблагодарить радиовещание за помощь.

Сложное дело — вести в течение чуть ли не круглых суток программу радиопередач. Всё должно быть рассчитано заранее. Каждая минута — на учёте. Лекции чередуются с концертом и с передачей последних новостей. Сколько актёров и чтецов занимают этим делом.

Трудно всё это согласовать по времени. А вдруг кто-нибудь ошибётся, слишком растянет время своего выступ-

ления, или, ещё хуже — скажет что-нибудь не так, или сообразит совсем.

И вот, чтобы избежать всех этих ошибок, теперь применяется звукозапись. Материал, предназначенный для передачи, предварительно записывается на плёнку или на специальные граммофонные пластинки.

Теперь уже легко проверить, как выглядит будущая радиопередача, нет ли в ней каких-нибудь промахов, не забыто ли что-нибудь.

Представьте себе, что надо передать по радио выступление какого-нибудь знатного колхозника, живущего за десятки и сотни километров от радиоцентра. Тогда на место выезжает специальный звукорепортёр. С помощью звукозаписывающего аппарата он записывает речь колхозника и привозит её в радиоцентр.

Бывает и так, что какая-нибудь передача очень понравится радиослушателям, и они требуют повторить её ещё раз. Если бы не было звукозаписи, пришлось бы снова собирать актёров, снова репетировать. Совсем другое дело, когда передача записана на плёнке.

Современный радиоцентр располагает специальным звукохранилищем — фонотекой. Тут хранятся и обычные граммофонные пластинки, и звуковая киноплёнка, и рулоны с магнитной лентой.

Самые разнообразные звуки хранит фонотека — радиопостановки, исполнение симфонического оркестра, шум самолёта или проходящего поезда и даже соловьиное пение. Но особенно тщательно, с применением всех мер предосторожности, хранятся в специальном помещении некоторые катушки с магнитной записью и пластинки. Их нужно сохранить на многие века.

Что содержат такие записи?

Это — речи вождей нашего народа; речи, произнесённые на исторических съездах и заседаниях. Эти исторические документы в виде застывших звуковых волн должны жить вечно.

Высокое развитие звукозаписывающей техники в нашей стране оставит на память в виде записанного звука любое историческое событие.

До Великой Октябрьской Социалистической революции, а также в первые годы после революции, звукотехника находилась у нас на очень низком уровне. При жи-

ни Владимира Ильича Ленина существовала лишь только малосовершенная механическая запись на граммофонные пластинки. Благодаря этому у нас мало сохранилось пластинок с голосом Ленина. Это — речи, произнесённые Владимиром Ильичом специально для грамзаписи перед рупором старинного звукозаписывающего аппарата.

Металлические матрицы с этими историческими документами, единственными в мире, также хранятся у нас со всеми предосторожностями.

Мало этого. Советскими учёными была проделана огромная работа, направленная к тому, чтобы улучшить качество звучания исторических пластинок.

Прежняя механическая запись, как известно, вносила большие искажения. Мембрана слишком громко выкрикивала звуки какого-нибудь определённого тона, а другие, наоборот, сильно ослабляла. От этого часто голос становился неестественным, искажённым.

Путём электрической повторной записи пластинки, с применением специальных приборов, качество звучания пластинок с голосом Ленина было значительно улучшено.

19. ЗВУКОЗАПИСЬ НА ВОЙНЕ

Ночь. За опушкой в лесу слышится нарастающий шум танков. Его заглушают частые очереди пулемётной стрельбы.

«Здесь сосредоточиваются силы, — думает противник, — тут больше всего шума».

На самом же деле тут нет ни пулемётов, ни танков. Вместо них работает мощный громкоговоритель. С помощью звукозаписи он передаёт ранее записанные боевые шумы. И пока обманутый противник подтягивает сюда свои силы, настоящее сосредоточение войск происходит в это время совсем в другом месте.

А вот другой пример. Напряжённая обстановка царит на командном пункте. Командиру необходимо написать срочное донесение в штаб. Он даёт краткое указание своему адъютанту. И вот перед ним появляется маленький звукозаписывающий аппарат. Чётким голосом диктует командир своё донесение перед микрофоном. А уже через несколько минут связной мотоциклист везёт это

донесение, записанное на плоской катушке для магнитной записи, в штаб.

Также быстро прочтут это донесение в штабе. С помощью маленького громкоговорителя его могут одновременно прослушать даже несколько человек. Затем документальное донесение прячется в специальный ящик — как бы подшивается к делу.

Вражеская радиостанция передаёт шифром секретный приказ. Нужно подслушать, о чём говорит неприятель. Нужно во-время разгадать неприятельский шифр. И здесь также помогает звукозапись.

Быстро передаваемые сигналы записываются на плёнку. Теперь их уже легко будет расшифровать. Ведь записанные сигналы можно много раз повторить.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой небольшой книжке вы познакомились с тем, как люди научились записывать звуки.

Наше Правительство уделяет большое внимание делу развития звукозаписывающей техники в стране. Ещё в 1936 году по инициативе тов. Орджоникидзе в Москве было начато строительство «Дома звукозаписи». По окончании строительства здесь были размещены огромные студии для записи граммофонных пластинок, научно-исследовательский институт и целый ряд лабораторий. В этих лабораториях ведутся большие работы по усовершенствованию техники звукозаписи. Здесь же создаются новые звукозаписывающие и звукопроизводящие приборы.

В плане послевоенной сталинской пятилетки звукозаписывающая техника также не забыта. К 1950 году наша промышленность будет производить около одного миллиона патефонов и более шестидесяти шести миллионов пластинок ежегодно.



НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА ГОСТЕХИЗДАТА

ВЫШЛИ В СВЕТ:

1. Проф. М. Ф. СУББОТИН, Происхождение и возраст Земли.
2. Проф. И. Ф. ПОЛАК, Как устроена Вселенная.
3. Проф. В. Г. БОГОРОВ, Подводный мир.
4. Проф. Б. А. ВОРОНЦОВ-ВЕЛЬЯМИНОВ, Происхождение небесных тел.
5. Проф. А. А. МИХАЙЛОВ, Солнечные и лунные затмения.
6. Проф. В. В. ЛУНКЕВИЧ, Земля в мировом пространстве.
7. Г. П. ГОРШКОВ, Землетрясения.
8. А. А. МАЛИНОВСКИЙ, Строение и жизнь человеческого тела.
9. Проф. И. С. СТЕКОЛЬНИКОВ, Молния и гром.
10. Е. П. ЗАВАРИЦКАЯ, Вулканы.
11. Проф. Б. Л. ДЗЕРДЗЕЕВСКИЙ, Воздушный океан.
12. Проф. А. И. ЛЕБЕДИНСКИЙ, В мире звёзд.
13. Акад. В. А. ОБРУЧЕВ, Происхождение гор и материков.
14. Проф. К. Ф. ОГОРОДНИКОВ, На чём Земля держится.
15. Проф. В. Л. ГИНЗБУРГ, Атомное ядро и его энергия.
16. Проф. Р. В. КУНИЦКИЙ, День и ночь. Времена года.
17. С. М. ИЛЬЯШЕНКО, Быстрее звука.
18. Проф. И. Ф. ПОЛАК, Время и календарь.
19. Проф. В. А. ДОРФМАН, Мир живой и неживой.
20. Проф. Н. Н. МАЛОВ, Радио на службе у человека.
21. Г. Н. БЕРМАН, Счёт и число.
22. Проф. В. В. ЕФИМОВ, Сон и сновидения.
23. С. В. АЛЬТШУЛЕР, Меченые атомы.
24. Проф. Г. С. ГОРЕЛИК и М. Л. ЛЕВИН, Радиолокация.