

Как записывается ЗВУК

Рисунки Г. Малиновского
и А. Мунтяна

(Очерк)

В. Корольков,
Ю. Каменецкий

Мысль о том, что звуки можно как-то сохранить, давно возникла у людей. Об этом свидетельствуют некоторые дошедшие до нас древние сказки и легенды. Например, известна легенда о губках, способных впитывать звуки. Но потребовалось много веков, чтобы идея сохранения звука стала практически осуществима.

Немногом более 75 лет прошло с того дня, как был создан первый аппарат, с помощью которого можно было записать и воспроизвести звук. В сравнительно короткий срок звукозапись настолько усовершенствовалась, что находит теперь очень широкое применение в самых различных областях народного хозяйства, науки и культуры.

Нет сейчас человека, который не сталкивался бы так или иначе со звукозаписью, не пользовался ее услугами в повседневной жизни. Звукозапись в наши дни — это звуковые кинофильмы, граммофонные пластинки, многие радиопередачи, справки в времени по телефону, звуковое оформление спектаклей и многое другое. Иначе говоря, со звукоза-

писью мы встречаемся на каждом шагу. Что же такое звукозапись?

Прежде чем ответить на этот вопрос, надо сказать, что такое звук, как он возникает и распространяется.

КАК ВОЗНИКАЕТ ЗВУК

Конечный приемник звуков всегда один — наше ухо. Источники звуков различны. Однако даже у таких, внешне не похожих источников, как колокол и гитара, природа возбуждения звука одна: звук возбуждается колеблющимся телом — колеблются стенки колокола, колеблются струны гитары.

Звуковые колебания распространяются волнообразно, через какую-либо промежуточную среду, например воздух. Достигая ушной раковины, звуковая волна колеблет барабанную перепонку. При этом у слушателя создается ощущение звука.

КАК ВОЗНИКЛА МЫСЛЬ О ЗВУКОЗАПИСИ

Голоса людей, крики животных, гром, шум дождя, грохот водопада — вот мир звуков, среди которых жил человек. Слушая их и, возможно, подражая им, человек давно научился с помощью различных инструментов создавать искусственные звуки.

Постепенно человечество пришло к мысли о создании машин, вырабатывающих звуки, схожие с природными. Известный математик Эйлер еще в 1761 году писал: «Было бы, пожалуй, одним из крупнейших открытий, если бы удалось построить машину, которая могла бы подражать всем звукам и словам со всеми их оттенками; задача эта не кажется мне невозможной».

В 1779 году русская Академия наук объявила конкурс на воспроизведение механическим путем отдельных гласных звуков и выдала премию за участие в этом конкурсе русскому ученому — академику Кратценштейну.

В 1841 году в Вене был создан очень сложный механизм, произно-

сивший различные буквы при нажатии той или иной клавиши управления.

Но мысль человека шла дальше по пути создания машины, которая бы не имитировала, а запечатлевала существующие звуки и затем воспроизводила их.

Так возник замысел, лежащий в основе современной звукозаписи.

КАК ЗАПИСАТЬ ЗВУК

Машина звукозаписи должна запечатлеть звук («записать») его, а затем воспроизвести, т. е. повторить звук, являющийся копией первоначального.

Одним из способов запечатления звука является автоматическая запись графика звукового колебания. Впервые таким путем были записаны звуки струнных музыкальных инструментов. К струне прикреплялось перо, острие которого соприкасалось с тонким слоем сажи, нанесенной на бумажной ленте. Когда струна звучала, ленту приводили в движение и на ее поверхности процарапывался рисунок звукового колебания.

Однако подобная запись требовала непосредственной связи записывающего устройства (пера) с самим звучащим телом. При записи человеческого голоса или звуков, исходящих



...До нас дошла легенда о чудесном острове в Тихом океане. На острове росли губки, впитывающие звуки. Если «наговорить» в такую губку и послать ее как письмо, то «адресат», медленно выжимая губку, слышал голос «отправителя». Звуки текли из губки, как вода...



...А был и такой «проект»: чтобы сохранить звук, надо поймать его в трубу и закрыть с обеих сторон. Если потом приоткрыть трубу, звук начнет выходить из нее наружу, и мы его услышим...

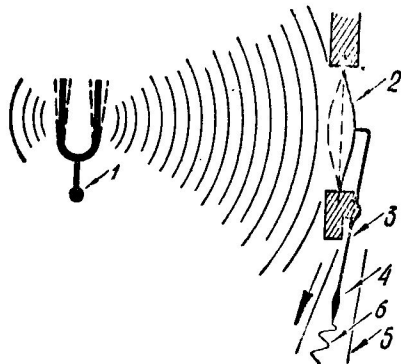


Рис. 1. Запись формы звукового колебания: 1 — звучащий камертон; 2 — приемная мембрана; 3 — рычаг; 4 — пишущее перо; 5 — бумажная лента; 6 — рисунок колебания

от различных источников, такой способ не годился.

Изучение строения человеческого уха привело к мысли применить искусственный приемник звуков в виде упругой пластинки (мембраны), схожей по своему действию с барабанной перепонкой.

С помощью мембраны запись стала намного удобнее. Звуковая волна, воздействуя на мембрану, заставляла ее вибрировать в такт с звуковыми колебаниями (рис. 1). Рычаг передавал эти колебания перу, рисующему их форму на движущейся бумаге.

Получаемый рисунок называли пространственным следом записываемого звука, а бумагу — звуконосителем. Были и другие системы записи звука, но все они осуществлялись по одной принципиальной схеме. Различие состоит лишь в способе нанесения и характере пространственного следа.

ТРИ ОСНОВНЫЕ СИСТЕМЫ ЗВУКОЗАПИСИ

В настоящее время наибольшее распространение имеют три системы звукозаписи: механическая, фотографическая и магнитная.

Принципиальная схема механической системы записи и воспроизведения звука изображена на рис. 2. Записываемые звуки улавливаются приемным устройством в виде рупора с мембраной, укрепленной в его горловине. Колебания мембраны через рычаг передаются к специальному резцу, который вырезает на движущемся звуконосителе (например, на целлулоидной ленте) пространственный след — извилистую бороздку. Для воспроизведения звука звуконоситель приводят в движение с той же скоростью и используют то

же рупорное устройство, что и при записи, лишь заменяя в нем резец иглой. При движении звуконосителя игла, следуя по извилинам бороздки, повторяет колебания резца при записи. Колебания иглы передаются мембране, которая возбуждает звук, усиливаемый рупором.

В 1877 году был построен первый звукозаписывающий аппарат — фонограф, являющийся по принципу действия аппаратом механической системы звукозаписи. Запись велась на поверхности цилиндра, который покрывался или оловянной фольгой или толстым слоем воска.

Принцип другой системы звукозаписи — фотографической — показан на рис. 3. При этой системе используется тот же, что и при механической системе, приемник звука в виде рупора с мембраной. Колебания мембраны через механическую тягу передаются зеркальцу. Луч, исходящий от источника света, отражается этим зеркальцем на экран, на котором имеется вырез в виде щели. Каждое отклонение зеркальца вызывает перемещение отраженного луча по экрану и изменяет ширину луча,



Рис. 2. Принципиальная схема механической системы звукозаписи: 1 — приемный рупор с мембраной; 2 — резец; 3 — вырезаемая бороздка; 4 — целлулоидная лента; 5 — воспроизводящий рупор; 6 — игла

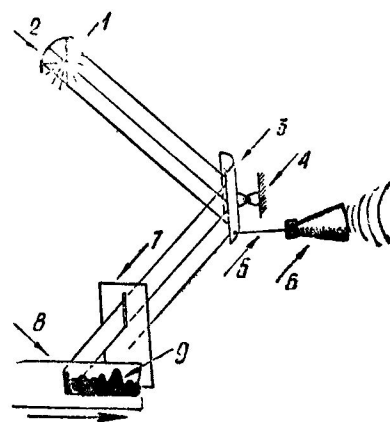


Рис. 3. Принципиальная схема фотографической звукозаписи: 1 — источник света; 2 — отражающее зеркало; 3 — подвижное зеркальце; 4 — шарнирное крепление; 5 — механическая тяга; 6 — приемный рупор с мембраной; 7 — экран с щелевым вырезом; 8 — светочувствительная лента; 9 — образующийся пространственный след (после проявления)

прошедшего через вырез в экране. За экраном помещается звуконоситель — движущаяся прозрачная лента, покрытая светочувствительным слоем. После проявления на ленте становится видимым пространственный след. Он представляет собой затемненную полосу переменной ширины. Для воспроизведения звука ленту с той же скоростью, что и при записи, пропускают между источником света и фотоэлементом (рис. 4). В зависимости от ширины затемненной полоски в данном месте ленты на фотоэлемент попадает больше или меньше света и поэтому ток в цепи фотоэлемента соответственно изменяется. Колебания силы тока совпадают по форме с записанным звуком. При помощи телефонных трубок эти колебания преобразовываются в звук.

Третья система звукозаписи — магнитная (рис. 5). Звуконоситель изготавливается из материала, способного хорошо намагничиваться и длительно сохранять намагниченное состояние. Как и в первых двух системах, приемником звука может служить рупор с мембраной. К мембране прикреплена стальная пластина. Она частично перекрывает воздушный зазор специального кольцеобразного электромагнита (записывающей головки). Обмотка головки питается постоянным током. Звуконоситель, проходя через область второго воздушного зазора записывающей головки, намагничивается. Так как величина магнитного потока записывающей головки зависит от

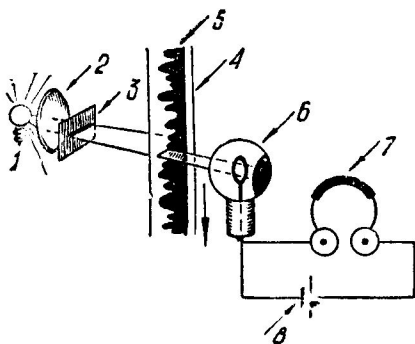


Рис. 4. Принципиальная схема воспроизведения фотографической звукозаписи: 1 — источник света; 2 — линза; 3 — экран с щелевым вырезом; 4 — звуконоситель; 5 — рисунок; 6 — фотоэлемент; 7 — телефонные трубки; 8 — электрическая батарея

положения стальной пластины в первом зорере, намагниченность отдельных участков звуконосителя будет изменяться по длине в соответствии с колебаниями мембраны при записи.

Пространственный след при магнитной системе записи можно увидеть только в том случае, если на звуконоситель насыпать мелкие железные опилки: к разным участкам звуконосителя в зависимости от их намагниченности притянется разное количество опилок.

Для воспроизведения магнитной записи служит второй кольцеобразный электромагнит, называемый воспроизводящей головкой. Магнитный поток, исходящий от звуконосителя с записью, проходит через сердечник воспроизводящей головки. Поток в сердечнике меняется, так как при движении звуконосителя с головкой соприкасаются участки с разной намагниченностью. Вследствие этого в

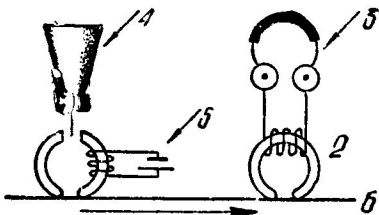


Рис. 5. Принципиальная схема магнитной системы звукозаписи: 1 — записывающая головка; 2 — воспроизводящая головка; 3 — телефонные трубки; 4 — приемный рупор с мембраной; 5 — электрическая батарея; 6 — звуконоситель

обмотке головки возбуждаются электрические токи, преобразуемые телефонными трубками в звук.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ ЗАПИСИ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ

Принципы описанных систем звукозаписи сохранились до настоящего времени. Конструкции аппаратов значительно изменились и улучшились. Главное отличие их от тех примитивных устройств, которые были рассмотрены выше, заключается в использовании так называемого электрического способа записи. Блок-схема такого аппарата изображена на рис. 6. Приемник записываемых звуков — микрофон преобразовывает их в электрические токи, мощность которых повышается с помощью усилителя записи. К выходу усилителя подключено записывающее устройство. В зависимости от примененной системы звукозаписи это — или рекордер, преобразующий электрические колебания в колебания реза при механической системе, или модулятор света при фотографической системе, или записывающая магнитная головка при магнитной системе.

Электрическая запись обеспечивает значительно более высокое качество записи и намного удобнее в эксплуатации.

Воспроизведение звука теперь тоже осуществляется чаще всего электрическим способом. Блок-схема, соответствующая такому воспроизведению, показана на том же рисунке. На вход подключается воспроизводящее устройство (звукосниматель, фотоэлемент, воспроизводящая магнитная головка), которое как бы преобразовывает пространственный след на звуконосителе в соответственные по форме электрические колебания. Эти колебания проходят через усилитель и далее с помощью громкоговорителя преобразуются в звук.

Сейчас широко развиты все системы звукозаписи. Механическая получила распространение в граммофонной записи, с помощью фотографической озвучивают кинофильмы, магнитная используется в аппаратах, называемых магнитофонами (рис. 7). Аппарат имеет небольшой размер, легко переносится и прост в управлении. Внутри ящика аппарата расположены: усилитель, выпрямитель, громкоговоритель и электродвигатель. Аппарат рассчитан главным образом на индивидуальное пользование для звукозаписи с микрофона или радиоприемника. В качестве звуконосителя в магнитофоне применяется специальная, так называемая магнитная лента. Она представляет собой ацетилцеллюлозную ленточку,

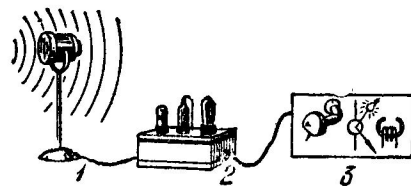


Рис. 6. Электрическая звукозапись и воспроизведение: 1 — микрофон; 2 — усилитель записи; 3 — записывающее устройство; 4 — воспроизводящее устройство; 5 — усилитель воспроизведения; 6 — громкоговоритель

покрытую с рабочей стороны порошком окиси железа. Этот порошок является магнитным материалом. Выяснено, что его магнитные свойства весьма благоприятны для целей звукозаписи, поэтому запись на магнитной ленте отличается высоким качеством. С помощью лентопротяжного механизма, приводимого в движение электродвигателем, лента перематывается с постоянной скоростью во время записи и воспроизведения с левой кассеты на правую. На своем пути лента соприкасается с магнитными головками. В аппарате, показанном на рисунке, их две: одна универсальная — для записи и воспроизведения, другая так называемая «стирающая», включаемая только при записи. С ее помощью с ленты удаляется старая, ненужная запись. Это достигается путем размагничивания ленты. Возможность благодаря этому практически неограниченное число раз размагничивать ленту и вновь наносить на нее запись экономически очень выгодна и яв-

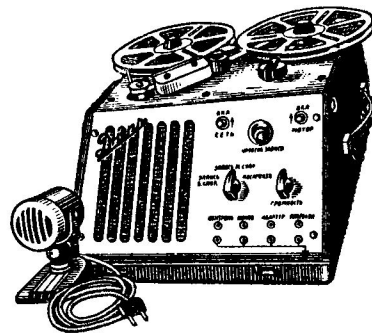


Рис. 7. Магнитофон типа «Днепр»

ляется огромным преимуществом магнитофона.

Запись, произведенная на магнитной ленте, моментально готова к прослушиванию. (Нужно лишь предварительно перемотать ленту обратно на левую кассету). Это — второе преимущество магнитофона.

Ценным является также то, что качество звучания записи не ухудшается даже после многих тысяч воспроизведений.

Благодаря этому магнитофоны нашли уже сейчас широкое применение.

ЗАВТРАШНИЙ ДЕНЬ ЗВУКОЗАПИСИ

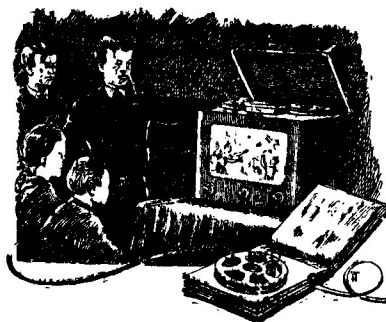
Звукозапись постоянно совершенствуется и развивается. Уже сейчас она широко используется в самых различных отраслях техники.

Попробуем заглянуть в будущее звукозаписи.

Методами звукозаписи можно запечатлеть не только звуковые колебания, но и всевозможные электрические сигналы.

Можно представить в будущем заводы, где в цехах магнитофоны будут «командовать» станками. Последовательность совершаемых ими рабочих операций зависит от того, какие сигналы будут подаваться с магнитофона. Достаточно заменить ленту на магнитофоне другой — с записью иных сигналов, и все станки в цехе перейдут на изготовление новых видов деталей...

Вам срочно понадобились какие-нибудь сведения по интересующему вопросу. Не нужно рыться в толстых энциклопедических справочниках. В специальной карманной книжке вы отыскиваете номер нужного тер-



...С помощью магнитофона и телевизора можно будет увидеть и услышать себя и близких нам людей...

мина и по телефону связываетесь с автоматической справочной машиной, в которой различные сведения собраны в виде звукозаписей. Эти сведения записаны на сверхпортативный звуконоситель, благодаря чему вся машина, имеи сравнительно небольшие размеры, вмещает огромное количество записей различных справок...

Тот, кто побывал в Московском стереокино, мог оценить все преимущества объемного изображения перед плоским, получаемым на обычном экране. В недалеком будущем десятки таких же стереокино будут открыты в различных городах нашей страны.

А как же будет со звуком, сопровождающим изображение в кино? Достаточно ли он сейчас натурален? Техника имеет возможность свести к минимуму все искажения звука, воспроизводимого громкоговорителем. Но одно искажение (и очень крупное) остается: действующие лица переме-

щаются по киноэкрану, а звуки доносятся к нам из одной и той же точки, где расположен громкоговоритель. Это неестественно, и лишь привычка позволяет нам мириться с этим.

Одной из перспектив развития звукозаписи является ликвидация этого недостатка. Звук, как и изображение, со временем станет объемным. Мы будем слышать его как бы исходящим из того места экрана, где находится изображение говорящего. Объемный звук в сочетании с цветным объемным изображением открывает огромные перспективы в развитии киноискусства.

Не менее увлекательно и такое применение звукозаписи: уже сейчас владельцы магнитофонов записывают на ленту понравившиеся им радиопередачи с тем, чтобы иметь возможность снова их воспроизвести.

Как было бы заманчиво записывать подобным образом и телевизионную передачу! Для повторения записанной телепередачи к телевизору вместо антенны подсоединялся бы выход воспроизводящего устройства. В лабораториях эта задача успешно решается. Возможность запечатлеть методами звукозаписи не только звук, но и изображение в дальнейшем будет широко использоваться. В специальных ателье посетители смогут записать свое изображение и голос на магнитную ленту, а, придя домой, с помощью магнитофона и телевизора увидеть себя на экране и услышать в громкоговорителе свой голос. Если учесть, что изображение может быть подвижным и цветным, да к тому же сопровождаться звуком, можно себе представить, насколько это будет интереснее, чем простая фотография.

ОБМЕН ОПЫТОМ

Предупреждение пробоя изоляции между катодом и нитью накала в электроннолучевых трубках

Катод электроннолучевой трубки в большинстве телевизоров находится под напряжением около ± 200 — 250 в по отношению к корпусу. Между катодом и нитью накала и между нитью накала (вернее, между накальной обмоткой трансформатора) и корпусом существует некоторая проводимость, обусловленная несовершенством изоляции. Измерения показывают, что эта проводимости одного порядка. Это позволяет считать, что между катодом и корпусом якобы включен высокоомный потенциометр, средняя точка которого соединена с нитью накала (см. рис. 1, а). На этом потенциометре падает все напряжение, приложенное к катоду. Так как сопротивление изоляций примерно равно, то на плечах потенциометра распределяется напряжение почти равномерно (чем лучше сопротивление изоляции промежуток катод — накал, тем большее напряжение будет на этом участке). Таким образом, между катодом и нитью нака-

ла в обычных схемах имеется разность потенциалов порядка 100 в. Столь значительное напряжение легко пробивает изоляцию. Для предупреждения пробоя необходимо искусственно перераспределить падение напряжений, изменив схему так, чтобы разность потенциалов между катодом и нитью накала получалась не больше 10 в. С этой целью я предлагаю между катодом и нитью накала включить сопротивление около 100 ком (см. рис. 1, б).

Н. Белоусов
Москва

