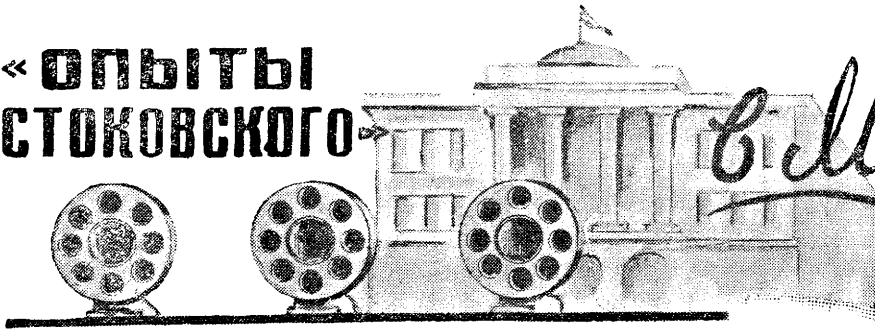


«ОПЫТЫ СТОКОВСКОГО»

в Москве



Л. Кубаркин

Читатели нашего журнала уже знают об интересных «опытах Стоковского», проведенных в апреле 1933 г. в США. О них уже писалось в № 12 «РФ» за 1934 г. (см. статью «Сдвоенные говорители»), поэтому мы лишь вкратце напомним их сущность. Стоковский — известный американский дирижер, руководитель филADELPHIЙского симфонического оркестра. В течение нескольких последних лет он очень много времени уделял изучению вопросов, связанных с радиофонией. В музыкальных кругах он пользуется очень большим авторитетом. Последние его работы про-

не может по этому воспроизведению определить, что представляет собой источник звука.

Вторая причина — отсутствие «стереоскопичности» звучания. Слушатель передачи, воспроизводимой современной аппаратурой, все звуки слышит исходящими из одной точки — из громкогоговорителя. Даже если поставить несколько говорителей, то это не меняет дела, так как в студии звуки улавливаются одним микрофоном и передаются по одному каналу, и это уже предопределяет моноуральность («одноухоность») передачи.

Воспроизведение получается «плоским», лишенным объемности и глубины. Если передача ведется, например, из театра, то слушатель не имеет возможности определить, в какой части сцены находится исполнитель. Он всех исполнителей слышит «в одном направлении». Звуковая перспектива отсутствует.

Третья причина — недостаточная мощность воспроизведения. Это относится главным образом к передаче оркестрового ансамбля. Передача будет представляться нашему уху совершенно естественной только в том случае, если воспроизведенная громкость будет соответствовать по своей абсолютной величине громкости звучания передаваемого объекта. Наше ухо не одинаково чувствительно к различным частотам, и порог слышимости различен для разных частот. Если, например, искус-

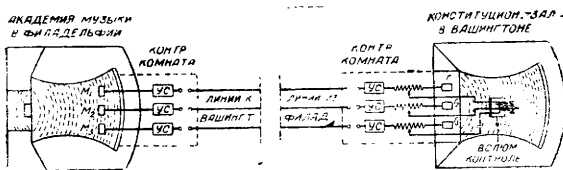


Рис. 1. Общая схема установки Стоковского

водились совместно с директором акустического отдела «Belle Telephone Co» д-ром Флетчером. Финансовая и техническая база была представлена двумя фирмами — «Belle Telephone Co» и «American Telephone and Telegraph Co».

В основу работ Стоковского были положены следующие предпосылки. В настоящее время воспроизведение при помощи любой аппаратуры человеческого голоса, и главным образом музыки, весьма далеко от естественности. Происходит это по трем причинам. Первая — недостаточная ширина воспроизводимой полосы частот. Радиоаппаратура (а также звуковое кино, граммофоны и пр.) рассчитана на пропускание полосы частот в лучшем случае до 5 000—6 000 пер/сек, все более высокие частоты срезаются. Узость этой полосы частот является источником чрезвычайно серьезных искажений. Как раз в области высоких — срезаемых — частот лежат те обертоны, которые придают звучанию музыкальных инструментов и человеческого голоса «жизненность», ту характерную окраску, которой отличается, например, звучание одной и той же ноты, взятой на различных инструментах. Если срезать эти высокие частоты, то ступевывается специфический тембр, присущий каждому инструменту, воспроизведение лишается глубины и сочности. Кроме того многие звуки вроде звона колокольчика, шуршания бумаги и т. д. в результате срезания высоких частот почти совсем не могут быть воспроизведены или воспроизводятся так, что даже изощренное ухо

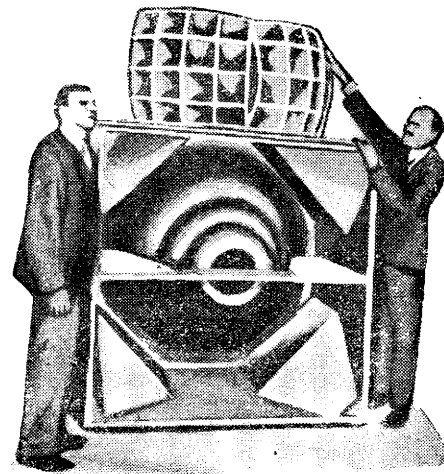


Рис. 2. Один из трех говорительных агрегатов. Внизу низкочастотный динамик, наверху — два высокочастотных говорителя с «сотовыми» рупорами

ственно делать звучание более тихим, то мы, продолжая слышать средние частоты, перестанем слышать низкие. Поэтому в воспроизведении более тихом, чем «натура», нам будут казаться подчеркнутыми средние частоты и т. д. и впечатления естественности, конечно, не будет.

В результате учета всего сказанного Стоковским и Флетчером была построена экспериментальная установка, в которой были устранены все перечисленные причины и которая действительно дала блестящие результаты. В зале Филадельфийской музыкальной академии перед оркестром были помещены три микрофона — один в центре и два по краям. Микрофоны были специально изготовлены, они отличались одинаковой чувствительностью на всех частотах от 40 до 15 000 пер/сек. От каждого микрофона шли провода к своему самостоятельному усилителю. Усилители были соединены с телефонными линиями Филадельфия—Вашингтон. В Вашингтоне каждая пара проводов подавалась опять-таки на самостоятельный мощный усилитель. Затем усиленные звуковые токи направлялись к трем группам говорителей, установленных в Конституционном зале. Эти задрапированные говорители были расположены, так же как микрофоны в Филадельфии, т. е. одна группа в центре сцены и две группы по краям.

Таким образом установка состояла из трех самостоятельных каналов. Каждый микрофон имел свою линию, свой усилитель и свою группу говорителей, причем левая группа говорителей на сцене Конституционного зала соответствовала левому микрофону, установленному в Филадельфии. Средняя группа говорителей — среднему микрофону и т. д. (рис. 1). В Вашингтонском зале был, кроме того, установлен пульт, при помощи которого можно было регулировать громкость работы каждой группы говорителей в отдельности, а также выключать и включать любую группу. Кроме того имелась возможность посредством специальных фильтров вырезать из передачи произвольные полосы частот.

На разработку и постройку усилителей для этой установки было потрачено много труда и времени, но работа эта увенчалась полным успехом. Изготовленные усилители имели совершенно прямолинейную характеристику в пределах полосы частот от 40 до 15 000 пер/сек, и можно считать, что они совершенно не вносили никаких искажений. Питались усилители полностью от переменного тока, но, несмотря на это, какой бы то ни было фон абсолютно отсутствовал. Неискаженная суммарная мощность усилителей была равна 200 W.

Значительные трудности встретились также при конструировании говорительных агрегатов. Чрезвычайно трудно построить один говоритель, который воспроизводит бы всю полосу частот от 40 до 15 000 пер/сек. Поэтому в каждом агрегате имелся один говоритель, рассчитанный на воспроизведение полосы от 40 до 300 пер/сек, и два говорителя, воспроизводящих частоты от 300 до 15 000 пер/сек. Наиболее трудным оказалось конструирование именно этих «высокочастотных» говорителей. Дело в том, что в то время как низкие частоты распространяются от говорителя равномерно во все стороны, высокие частоты излучаются направленным пучком в ту сторону, в какую обращен рупор говорителя. Чем частота выше, тем пучок (своего рода «луч») уже. Вследствие этого не все слушатели, сидящие в зале, будут одинаково слышать высокие частоты, чем дальше от сферы действия «луча» находится слушатель, тем басистее будет казаться для него воспроизведение. И наоборот, слу-

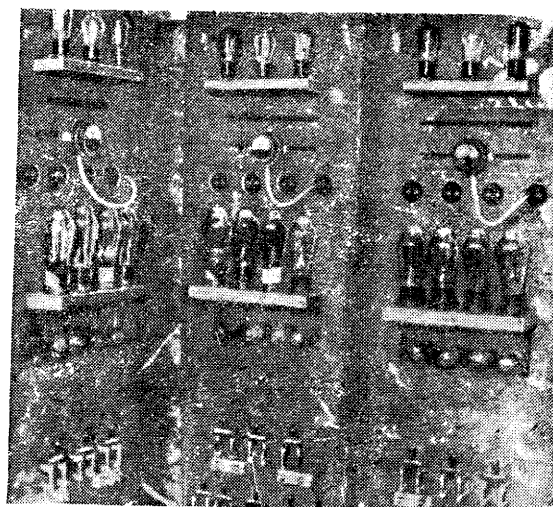


Рис. 3. Усилители установки в Доме союзов

шателям, сидящим прямо против рупора высокочастотного говорителя, будет казаться, что в передаче преобладают высокие частоты. Для того чтобы избежать этого явления направленности высоких частот, рупор каждого высокочастотного говорителя был разделен на 16 радиально расходящихся секций прямоугольного сечения. Каждый из высокочастотных говорителей с рупором такого устройства равномерно перекрывает угол в 60° , а два говорителя, соответствующим образом направленные, дают равномерное распределение высоких частот в пределах угла в 120° , что вполне достаточно для охвата всей аудитории.

Мы не будем приводить более подробного технического описания установки Стоковского. Сказанного вполне достаточно для того, чтобы получить о ней ясное представление. Перейдем теперь к описанию полученных результатов.

Аудитория, состоящая в основном из музыкантов, радиофаников и т. д., констатировала, что эта установка впервые в истории дала настолько высококачественное воспроизведение, что его было невозможно отличить от действительной игры. Оркестр, речь и пение людей звучали настолько реально, что создавалась полная иллюзия будто исполнители находятся тут же в зале. В процессе демонстрации, например, одна артистка, певшая в Филадельфии, ходила по сцене. Слушатели в Вашингтоне «чувствовали» это и в каждый данный момент могли безошибочно определить в каком месте сцены она находится. Кроме того Стоковский, сидевший за пультом управления всей установкой, показал, что умелым регулированием громкости воспроизведения каждой из групп говорителей в отдельности и подчеркиванием определенных частот можно достигать таких акустических эффектов, которые заставляют, например, игру оркестра звучать «по-новому», звучать красивее, чем это имеет место в действительности.

Приблизительно такая же установка была осуществлена у нас в СССР, в Москве, Центральной лабораторией Грампластреста совместно с Всесоюзным комитетом по радиовещанию. Установка предназначена для строящегося «Дома грамзаписи», пока она находится в Доме союзов. Постройка производилась под техническим руководством инж. Горона.

22 апреля 1935 г. состоялось первое общественное прослушивание работы установки.

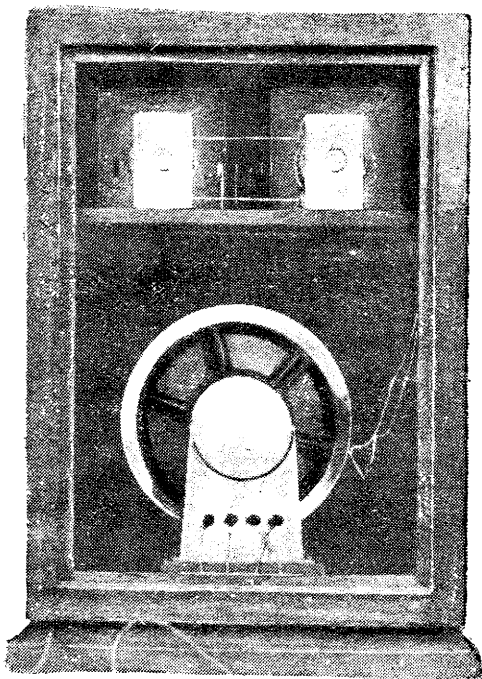


Рис. 4. Громкоговорительный агрегат, изготовленный Ленинградской ЦРЛ. Внизу низкочастотный динамик, сверху — две «пищалки»

Прослушивание происходило в Октябрьском зале Дома союзов. Сцена зала была задрапирована. За драпировкой слева, справа и в центре сцены были помещены три говорительных агрегата. Перед сценой находился пульт управления. Студией служил соседний зал, где были расположены три микрофона: соответственно слева, справа и в центре.

Принципиально эта установка тождественна с установкой Стоковского. Каждый из трех микрофонов имеет свой отдельный усилитель и работает на говорительный агрегат, расположенный в зале соответственно местонахождению микрофона в студии. Этим достигается стереоскопичность звучания. Ширина полосы, воспроизводимой установкой, несколько меньше, чем у Стоковского, но все же достаточно большая — от 40 до 12 000 пер/сек (Стоковский на основании своих опытов считает, что для достижения полной естественности нужна полоса до 13 000 пер/сек). Наибольшая неискаженная мощность всей установки около 120 W. Общее усиление доходит до 60 децибел (около одного миллиона раз). Работая полной мощностью, установка дает большую громкость, чем нормальный оркестр (у Стоковского мощность установки — 200 W).

Из трех применявшихся микрофонов два принадлежат к ленточному типу, изготовлены Ленинградской ЦРЛ. Третий микрофон конденсаторный. Два говорительных агрегата изготовлены тоже ЦРЛ. Каждый из них состоит из одного десятиваттного динамика, рассчитанного на воспроизведение полосы от 40 до 300 пер/сек, и двух «высокочастотных» рупорных говорителей (в просторечии именуемых «пищалками») мощностью по 1 W, воспроизводящих полосу от 300 до 12 000 пер/сек. Третий агрегат был германский, фирмы Телефункен.

Усилители, собранные в лаборатории Грампластреста, работают в основном на мощных бариевых

лампах УБ-180. Питание анодов ламп усилителя производилось от выпрямителя, питание накала ламп, а также питание микрофонов — постоянным током (от аккумуляторов).

Каковы же результаты прослушивания работы этой установки?

Для полной объективности надо сказать, что результаты были безусловно несколько ниже тех, какие могла бы дать подобная установка. Причиной этому являются два основных недостатка, один из которых возможно случаен, второй же является органическим пороком, который надо устранить. Первым недостатком является значительно меньшая мощность звучания левой (считая от зрителя) группы говорителей по сравнению с двумя другими группами. В то время как средняя и правая группы наполняли звуками зал не только полностью, но порой и с избытком, левая группа была слышна совсем слабо. Такая неодинаковость конечно искажала звуковую перспективу и была особенно заметна при исполнении тех номеров, которые должны были подчеркнуть наличие этой перспективы. Например, когда человек, разговаривая, прогуливается по студии параллельно линии, по которой установлены микрофоны, то слушатель должен правильно «чувствовать» направление движения говорящего. Вследствие же меньшей мощности левого канала слушателю казалось, что исполнитель, приближаясь к левой стороне студии, одновременно отходит вглубь нее. Этот же недостаток безусловно искажал и звучание оркестра, потому что инструменты, расположенные вблизи левого микрофона, воспроизводились менее громко, чем расположенные в центре и справа.

Вторым недостатком является направленное действие высокочастотных говорителей. В установке Стоковского, как говорилось выше, эта направленность была устранена разделением рупора на «соты», рассеивающие звук в пределах угла в 120°.

Повидимому такое устройство надо считать обязательным, так как в нашей установке направленность высоких частот была заметна резко и звучание в средних частях зала и в боковых было совсем не одинаковым.

Номера, исполнявшиеся во время демонстрации, можно разделить на две группы: на такие, которые должны были подчеркнуть специфичность звучания при наличии трех каналов, — например, репетиция оркестра, передача голоса ходящего по студии человека — и на номера, воспроизведение которых отличалось от обычного лишь в силу того, что установка пропускает очень широкую полосу частот. — проигрывание пластинок, сольное пение, игра на рояли.

Из номеров, относящихся к первой группе, наиболее удачным оказалась передача репетиции оркестра. В процессе репетиции дирижер давал указания музыкантам, заставлял играть по очереди отдельные инструменты и группы инструментов, расположенные в различных частях студии, и слушатели могли отчетливо представить себе, где находится дирижер или играющий в данный момент инструмент. Такая же стереоскопичность наблюдалась и при игре полного оркестра. Слушатель легко распознавал, что басовые и ударные инструменты расположены в правой части студии и т. д.

Передача голоса прогуливающегося по студии человека дает, пожалуй, повод утверждать, что для полной иллюзии недостаточно трех каналов. При нахождении говорящего в промежутке между двумя микрофонами наблюдается довольно резкое ослабление звучания, что создает представление о том, что человек удаляется вглубь студии. Вероятно практически полная иллюзия создавалась бы

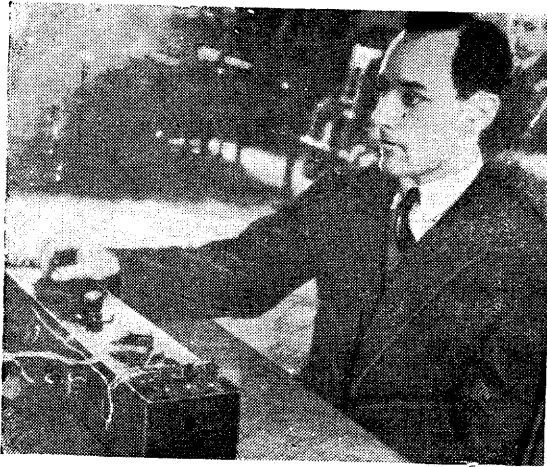


Рис. 5. Пульт управления установкой

при несколько большем числе каналов. Разговор двух неподвижно стоящих людей получался очень хорошо, у слушателя создавалось ясное представление о их местонахождении в студии.

Переходя к тем преимуществам, которые достигаются пропусканием широкой полосы, надо прежде всего подчеркнуть то, что демонстрация прекрасно подчеркнула необходимость воспроизведения широкой полосы, и в частности воспроизведения большого количества высоких частот. Звучание оркестра (по громкости не отличавшееся от исполнения нормального оркестра) было весьма хорошо, а временами неотличимо от натурального. Грампластинки (записи Грампласттреста) передавались тоже очень хорошо. Человеческий голос (в особенности разговорная речь) воспроизводился значительно лучше, чем мы привыкли слышать в звуковом кино, в радиопередачах и т. д., но это воспроизведение совершенно естественным все же не было. Повидимому наше ухо настолько чувствительно к малейшим оттенкам звучания человеческого голоса, что, для того чтобы «обмануть» его и заставить принять «механический» голос за «живой», нужны значительно более совершенные установки, чем те, которые мы в состоянии строить в настоящее время.

Чтобы покончить с «естественностью» работы установки, надо, пожалуй, ответить на тот вопрос, который вероятно возникает у многих читателей — насколько лучше воспроизведение этой установки, чем воспроизведение, даваемое радиоприемником. На этот вопрос можно ответить так: нормально мы слышим воспроизведение заметно более искаженное, чем то, что получалось на установке, демонстрировавшейся в Доме союзов, в особенности это относится к нашим фабричным приемникам, у которых срезаны все частоты выше 1250—1500 пер/сек. Но в отдельных случаях передача хорошо отрегулированных приемников может быть лишь незначительно уступает по естественности работе этой установки. В хорошие зимние вечера, при полном отсутствии разрядов некоторые дальние станции принимаются очень хорошо, и воспроизведение их столь же близко к естественности, как и работа описанной установки, но конечно она несравнимо превосходит ту передачу, которую мы слышим в звуковом кино через уличные говорители, по трансляционной сети и т. д.

В заключение демонстрации инж. Горон поделился с аудиторией теми перспективами, какие имеют установки подобного рода. Полные трехканальные установки могут найти применение в

Как понизить нагрев реостата

При силе тока накала в 3—4 А наши реостаты настолько сильно нагреваются, что быстро сгорают их фибровые каркасы. Избегнуть этой неприятности можно путем подключения параллельно клеммам реостата дополнительного сопротивления.

Величина этого сопротивления определяется по формуле:

$$R_d = \frac{R_p \cdot R_{об}}{R_p - R_{об}}$$

Здесь R_p — сопротивление реостата,

R_d — добавочное сопротивление и

$R_{об}$ — общее сопротивление реостата и добавочного сопротивления.

$R_{об}$ находится по закону Ома $R = \frac{V}{I}$,

где V — напряжение, которое нужно погасить в реостате, а I — ток, потребляемый лампами.

Согласно этой формуле, если допустим, что лампы приемника, хотя бы типа РФ-1, потребляют на накал ток в 3 А, а избыток напряжения V достигает около 1—1,5 В, то сопротивление реостата накала должно быть равно около 0,33 Ω. Предположим, что в нашем распоряжении имеется реостат в 3 Ω.

Тогда

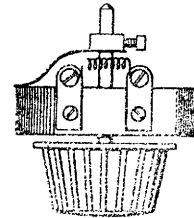
$$R_d = \frac{R_p \cdot R_{об}}{R_p - R_{об}} = \frac{3 \cdot 0,33}{3 - 0,33} = \frac{1}{2,67} = 0,374 \Omega$$

В качестве такого сопротивления можно взять кусочек никелиновой проволоки. При диаметре этой проволоки в 0,3 мм длина ее будет равна 5 см, при 0,4 мм — 8 см и при диаметре в 0,5 мм — 12 см.

Проволока свивается в спиральку и подключается к клеммам реостата (см. рисунок).

При включении реостата через эту спиральку будет проходить ток в несколько раз больший, чем через самый реостат, и поэтому спиралька будет довольно сильно греться, но зато обмотка реостата будет оставаться почти холодной.

Правда, по мере уменьшения сопротивления реостата сила тока, проходящего через его обмотку, будет возрастать, а через спиральку — падать, но при всем этом меньшая или большая часть общего тока накала будет обязательно ответвляться в сопротивление R_d и поэтому обмотка реостата не будет сильно нагреваться.



Копытин

больших клубах и вообще в аудиториях, предназначенных для коллективного слушания большим количеством людей. Двухканальное воспроизведение может быть применено в звуковом кино, для чего на фильм придется производить одновременно две полосы записи. Вместе с расширением полосы частот это значительно улучшит естественность звучания и создаст ту звуковую перспективу, которой в кино абсолютно нет.

Не исключена также возможность выпуска для особенно художественного воспроизведения некоторого процента грампластинок с записью двух каналов и последующим воспроизведением при помощи двух адаптеров и двух групп говорителей.