

ДИАПАЗОН ЧАСТОТ, НЕОБХОДИМЫЙ ДЛЯ ХОРОШЕЙ ПЕРЕДАЧИ РЕЧИ И МУЗЫКИ*)

В результате работ ряда авторов давно было известно, что для высококачественной, так называемой «натуральной» передачи речи и музыки необходима передача частот в диапазоне от 30 до 15 тысяч герц. Однако в 1945 г. была опубликована довольно тщательно выполненная работа Чинна и Айзенберга¹, из которой следует, что в случае одноканального (моноаурального) воспроизведения звука большинство слушателей предпочитает «укороченный» диапазон, ограниченный сверху частотой 5000 гц. Для объяснения этого результата можно высказать три предположения.

*) H. F. Olson, Journ. Acoustical Soc. Amer. 19, 549 (1947).

1. Средний слушатель, слушающий в течение ряда лет радиопередачи и граммофонную музыку и не слушающий натуральную музыку, настолько привык к укороченному диапазону частот, что предпочитает его.

2. Музыкальные инструменты недостаточно тщательно выполнены. Поэтому в области высоких частот они дают негармоничные компоненты, сильно изменяющие тембр.

3. Искажения при воспроизведении натуральной музыки менее заметны в случае укороченного диапазона частот.

Эти искажения и отклонения от действительного оригинала могут быть следующего происхождения:

1. Частотные искажения. 2. Нелинейные искажения. 3. Неправильное пространственное распределение звука: а) относительная малость размеров громкоговорителя по сравнению с размером действительного источника звука; б) раздельность источников при двухканальном воспроизведении; в) зависимость характеристики направленности от частоты. 4. От-

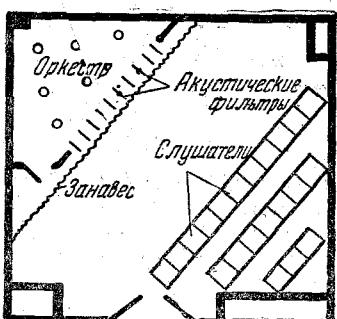


Рис. 1.

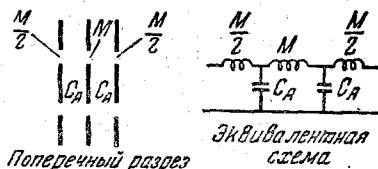


Рис. 2.

существие пространственной перспективы при воспроизведении. 5. Фазовые искажения. 6. Искажения переходного режима. 7. Неправильный выбор места расположения микрофона. 8. Влияние акустической связи двух помещений (радиостудии и помещения прослушивания). 9. Ограниченный динамический диапазон. 10. Разница уровней оригинального и воспроизведенного звука. 11. Наличие уровня шума.

Для того чтобы лучше разобраться в этом вопросе, была поставлена серия наблюдений, в процессе которых срезались высокие частоты в приходившем к слушателям на уральском звуке музыкальных инструментов.

Эксперимент был поставлен следующим образом (рис. 1). В углу комнаты, размеры которой составляли $7,3 \times 6,1 \times 2,9$ м³), помещался небольшой оркестр из нескольких инструментов. В противоположном углу находились слушатели. Оркестр отделялся перегородкой, в которую были вмонтированы акустические фильтры в виде жалюзи.

Фильтры были выполнены в виде элементов размерами 8 футов на 1 фут. Поперечный разрез такого элемента показан на рис. 2, из которого видно, что фильтры состояли из трёхслойных перфорированных перегородок, помещённых на небольшом расстоянии друг от друга. На этом же рисунке приведена эквивалентная схема такого фильтра. Фильтры были смонтированы таким образом, что они могли либо поворачиваться перпендикулярно к плоскости перегородки, и тогда слушатель «получал» весь диапазон частот, излучаемых музыкальными инструментами, либо

*) Размеры комнаты были выбраны так, чтобы она совпадала с обычным жилым помещением для прослушивания радиоприёмника.

одним поворотом ручки фильтры занимали положение параллельно перегородке, и тогда диапазон частот, достигавший ушей слушателей, определялся полосой пропускания фильтров, изображенной на рис. 3. Для того чтобы слушатели не могли видеть положения фильтров, перегородка

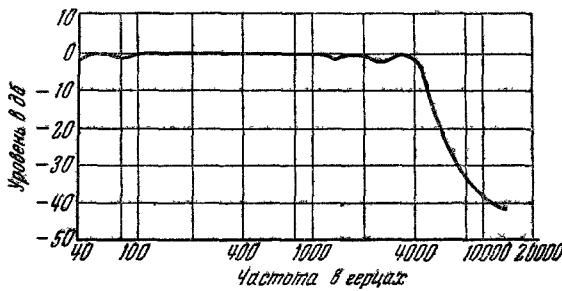


Рис. 3.

была закрыта непрозрачной для света занавеской, частотная характеристика звуконепроницаемости которой изображена на рис. 4. Слушателям было известно о том, что в характере музыки произошли какие-то перемены. Но они никогда не знали, какие именно. Это достигалось при



Рис. 4.

помощи указателя индекса, на котором зажигались буквы *A* и *B*, причём соответствие этих индексов с положением фильтров менялось по нескольку раз во время эксперимента. Время reverberation комнаты составляло на всех частотах около 0,8 секунды.

Оркестр состоял из следующих инструментов: рояль, труба, скрипка, кларнет, контрабас, барабан и ударные инструменты. В качестве музыкального материала при проведении эксперимента применялась главным образом лёгкая музыка. Уровень силы звука поддерживался от 70 до 80 дБ.

В качестве слушателей принимали участие как сотрудники лаборатории, так и случайные посетители самых разнообразных профессий и культурных уровней. От слушателей требовалось указать, какой из вариантов исполнения, *A* или *B*, им больше понравился.

Через установку было пропущено около 1000 слушателей. 69% из них предпочли воспроизведение с полным диапазоном частот, и лишь 31% с укороченным. На рис. 5 результаты показаны более подробно, с учетом возраста слушателей (среднее из 500 человек). Видно, что процент слушателей, предпочитающий укороченный диапазон, больше всего в возрасте от 14 до 20 лет и от 40 до 65 лет. Повидимому, слушатели первой группы уже успели воспитать свой слух на слушании радио и граммофона вместо натуральной музыки, почему они и предпочли укороченный диапазон частот.

Что касается последней группы слушателей (40–65 лет), то несколько повышенный процент лиц, предпочитающих укороченный диапазон, по-видимому, можно объяснить тем обстоятельством, что в этом возрасте притупляется чувствительность уха к восприятию высоких частот.

Указанные результаты относятся к передаче лёгкой музыки. Так как настоящую классическую музыку трудно воспроизвести столь малым составом оркестра, то был произведен небольшой контрольный тест с участием 150 слушателей с использованием «полуклассической» музыки. Результаты эти оказались весьма близки к предыдущим (66 и 34%),

Эксперименты с дикторской речью показали, что значительное большинство предпочитает полный диапазон. При укороченном диапазоне звук был, по выражению слушателей, «не таким разборчивым», «заглушенным», «мутным» и т. д.

Результаты этих опытов, таким образом, показали, что, как и следовало ожидать, при прослушивании натурального звука предпочтителен полный диапазон частот.

Что касается трёх приведённых выше возможных причин предпочтения укороченного диапазона при прослушивании воспроизведённого звука, то из опытов следует, что основной причиной является третья т. е. наличие большого количества искажений при прослушивании воспроизведённого звука, и в некоторой части (для наиболее молодых слушателей) первая: привычка к прослушиванию музыки при укороченной полосе частот, создаваемой радиоприёмником и граммофоном.

Л. Д. Розенберг

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Proc. J. R. E. 33, 571 (1945).

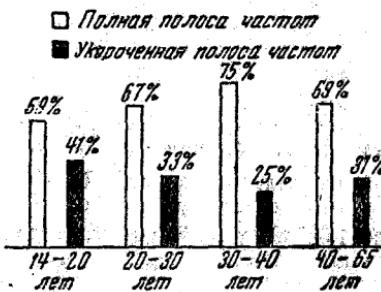


Рис. 5.