

ИЗ ТЕКУЩЕЙ ЛИТЕРАТУРЫ

НОВЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИБОР ДЛЯ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ
ГЛАСНЫХ *

В докладе, прочитанном Прусской Академии наук, известный немецкий электрик К. В. Вагнер сообщил о результатах большой работы по анализу и синтезу гласных, выполненной в его лаборатории.

Вагнер указывает, что работы ряда исследователей, экспериментировавших в последние годы с весьма совершенной аппаратурой, подтвердили основные идеи теории Гельмгольца; именно, было установлено с полной достоверностью, что:

1) стационарному гласному звуку соответствует некоторое периодическое колебание;

2) специфический характер гласной зависит от присутствия в ее спектре характерных добавочных частот (формант), положение которых почти не зависит от высоты тона, на которой произносится та или иная гласная; высота тона влияет лишь на соотношения между амплитудами;

3) субъективное ощущение звука не зависит от фазовых сдвигов между отдельными частотами, входящими в состав спектра гласной (закон Г. Ома).

Работы последних лет показали, что гласная характеризуется не только двумя главными формантами, существование которых известно уже давно, но тремя или четырьмя. Добавочные форманты выражены более слабо, чем основные, но наличие их устанавливается с полной несомненностью.

Попытки синтезировать гласные звуки, восходящие к самому Гельмгольцу, дали в общем положительные результаты; однако полного совпадения между тембрами естественного и искусственного звука достичь удавалось лишь в немногих частных случаях.

Наилучших результатов в этом направлении добился Шумпф, пользовавшийся для синтеза гласных 28 свистками, звуки которых тщательно освобождались от обертонов и затем смешивались.

С другой стороны, известен ряд попыток непосредственного создания гласных звуков при помощи механических моделей, воспроизводящих голосовой аппарат человека.

Работа голосового аппарата, как указывал еще Гельмгольц, сводится к следующему: гортань, служащая возбудителем звуковых колебаний, связана через голосовые связки с небом, носовой и ротовой полостями, играющими роль резонаторов. Варьируя форму и величину рта и располагая определенным образом язык, можно изменять как собственные периоды полостей, так и связи между ними.

Роль голосовых связок заключается в том, что они, в зависимости от натяжения, пропускают более или менее частые импульсы воздушного потока из гортани.

* Wagner, Abhandl. d. Preussischen. Akad. d. Wissenschaften, Phys. mathem. Klasse, 1936 (Sonderabdruck).

Таким образом, в голосовом аппарате мы сталкиваемся с ударным возбуждением резонирующих систем. Частота ударных импульсов определяет основной тон звука, собственные периоды резонаторов и связь между ними, а также степень затухания каждого из них, определяют образование тех или иных формант.

При этом затухание резонаторов играет весьма важную роль, наглядно иллюстрируемую рис. 1.

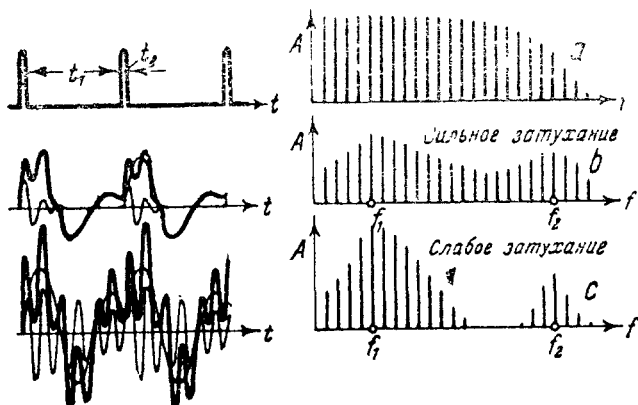


Рис. 1.

Кратковременные ударные импульсы, спектр коих изображен справа вверху, действуют на резонирующую систему, обладающую двумя собственными частотами f_1 и f_2 . В левой части показаны колебания, возникающие в системе (тонкие линии) и результирующая кривая (толстая линия), а справа — спектр получающегося колебания при сильном и слабом затухании. Возникновение двух областей формант выявляется вполне отчетливо (особенно при слабом затухании).

В то время как мы располагаем довольно подробными сведениями о размерах резонирующих полостей и их собственных частотах, сведений об их затухании почти не имеется.

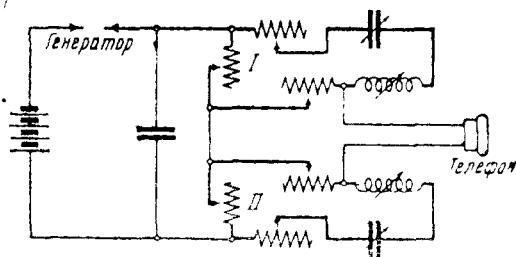


Рис. 2.

Механические модели голосового аппарата строились неоднократно и давали в отдельных случаях удовлетворительные результаты. Однако их существенным недостатком являлось то обстоятельство, что для каждой гласной необходимо создавать отдельную модель.

В 1922 г. была предложена электрическая модель, схема которой изображена на рис. 2. Генератор, создающий колебания с большим числом обертонов, питает два колебательных контура, частоты и затухания которых легко варьируются путем изменения индуктивностей, емкостей и сопро-

тивлений. Результирующие колебания воспринимаются телефоном и превращаются им в звуковые. Таким путем удалось довольно удовлетворительно воспроизвести ряд гласных звуков.

Прибор для воспроизведения гласных, предложенный и сконструированный в лаборатории Вагнера, построен на том же принципе, но выполнен более совершенно. Его скелетная схема изображена на рис. 3. Источник постоянного тока играет роль легких (подведение энергии). Ударный осциллятор SO эквивалентен гортани, контур G , создающий основной тон, — голосовым связкам, контуры $F_1—F_4$ — резонирующим полостям гортанно-ротовой полости и носа, громкоговоритель — отверстие рта.

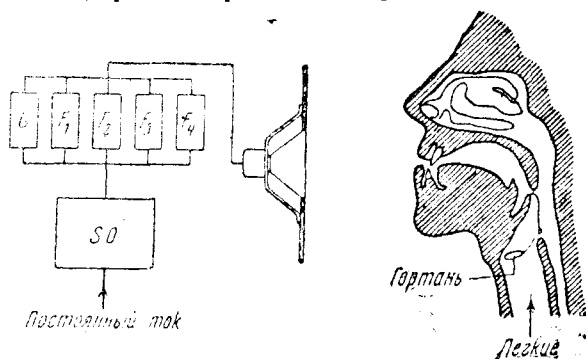


Рис. 3.

Ударный осциллятор (схема с динатроном, позволяющая получить опрокидывающиеся колебания малой продолжительности с относительно большими паузами между ними) создавал импульсы, богатые интенсивными высокими обертонами (до 30-го порядка).

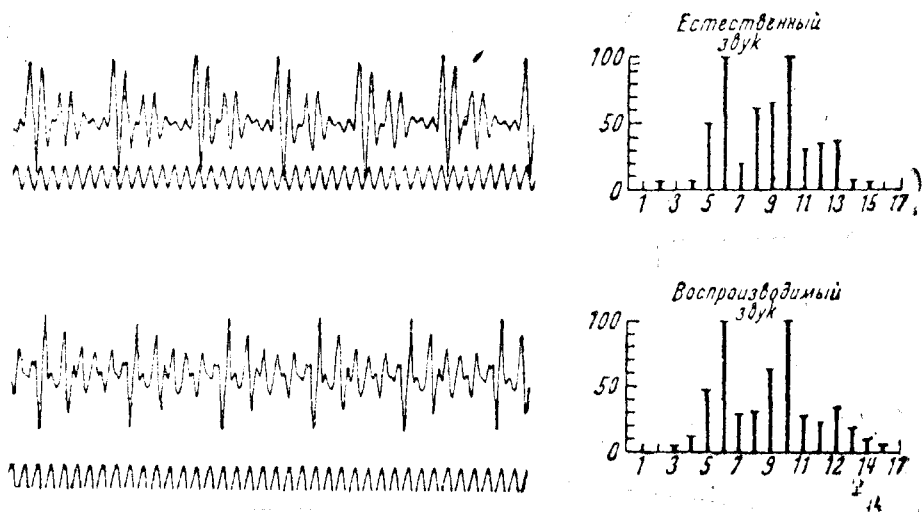


Рис. 4.

Контур G — колебательный контур, настроенный на желаемую основную частоту. Контуры формант $F_1—F_4$ — колебательные контуры, настроенные

на желаемые формантные частоты; затухание контуров могло изменяться в широких пределах. Не показанные на схеме фильтры позволяли исключить взаимное влияние всех контуров друг на друга и на ударный осциллятор, так что регулировка каждой из формант могла производиться независимо от остальных. Контурь *G* и *F* замыкались на потенциометры, с которых снималось напряжение, подводимое к громкоговорителю, воспроизводившему соответствующий звук. Этот прибор позволил воспроизводить гласные со всеми индивидуальными особенностями, присущими голосу того или иного лица.

Для этой цели записывалась осциллограмма той или иной гласной и производился спектральный анализ осциллограммы. Согласно данным анализа устанавливались соответствующие частоты и затухания формантных контуров.

Анализ ряда кривых естественного звука показал, что спектральные характеристики следующих друг за другом периодов получаются не вполне одинаковыми; если одно и то же лицо произносит гласную несколько раз подряд (с промежутками), то спектральные характеристики расходятся еще более значительно, хотя известная общность их и сохраняется. Поэтому Вагнер считает целесообразным анализировать ряд периодов и находить среднюю спектральную характеристику, по которой и регулировать аппарат, воспроизводящий звук.

Результаты воспроизведения оказались исключительно удачными. По субъективному ощущению отличить естественный звук от искусственного невозможно. Физическая характеристика качества воспроизводимого звука иллюстрируется рис. 4, на котором верхняя осциллограмма и ее спектр соответствуют естественному звуку, нижняя же — воспроизводимому.

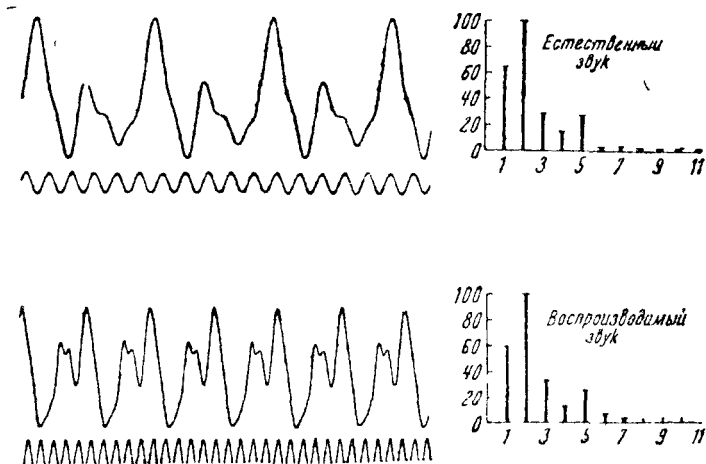


Рис. 5.

Спектральные распределения почти совпадают; расхождение в форме кривых на осциллограммах не имеет значения, так как оно обусловлено различием фазовых сдвигов, не влияющих на субъективное ощущение звука. Эти кривые характеризуют немецкое „а“, спетое на основном тоне 117 Hz.

Рис. 5 позволяет сравнить естественный и воспроизведенный звук, пропелтый на основном тоне 156 Hz (немецкое „u“).

Ценность аппарата, предложенного Вагнером, заключается не только в возможности легкого воспроизведения индивидуального тембра голоса, но и в возможности изучения влияния на тембр звука отдельных формант, так как изменение амплитуды, затухания и частоты каждого из четырех

формантных контуров может производиться совершенно независимо от остальных контуров аппарата; отдельные формантные контуры могут быть даже совсем отключены от схемы.

Важность подобных исследований для изучения голосового аппарата человека и для развития методов борьбы с недостатками речи едва ли может быть преувеличена.

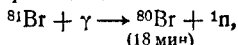
Н. Малов, Москва

ИСКУССТВЕННАЯ РАДИОАКТИВНОСТЬ, ВЫЗЫВАЕМАЯ γ -ЛУЧАМИ

До недавнего времени было известно лишь два случая расщепления ядер фотонами, а именно: расщепление ядер тяжелого водорода и бериллия γ -лучами Ra и ThC". В том и другом случае в результате реакции выбрасываются нейтроны. Попытки обнаружить аналогичный эффект на других элементах для тех же самых фотонов не привели к положительным результатам.

С другой стороны, за последние годы целым рядом авторов было установлено, что при облучении лития быстрыми протонами возникает γ -излучение, энергия которого достигает 17 MeV.

Недавно Боте и Гентнер (Naturwiss. 25. 90 и 126, 1937) попытались обнаружить расщепление ядер элементов этим излучением. Для получения γ -лучей они бомбардировали литий протонами с энергией около 500 kV. Их опыты показали, что некоторые элементы (P, Si, Br, Ag, Sb) под действием γ -излучения, возникающего в литии, становятся радиоактивными (измерение β -активности производилось с помощью счетчика с тонким окошком). Анализируя кривые спада интенсивности искусственной радиоактивности с течением времени, авторы установили, что часть исследованных элементов обладает одним периодом распада, другая часть элементов, например, Br* и Ag — двумя периодами; при этом для Br, Ag и Sb были обнаружены периоды распада, которые, повидимому, следует приписать новым, неизвестным до сих пор, изотопам этих элементов. Для случая Br было сверх того показано, что активным элементом является изотоп Br. Один из периодов активного брома ($T = 18$ мин.) совпадает с периодом распада радиоактивного элемента, возникающего при облучении Br нейтронами** [$^{79}\text{Br} + ^1_0\text{n} = ^{80}\text{Br}$ (18 мин.)]. Поэтому здесь можно предполагать с достаточным основанием, что расщепление Br γ -квантом происходит по следующей реакции:



т. е. процесс расщепления состоит в испускании нейтрона; при этом ядро остается после испускания нейтрона в неустойчивом состоянии, обуславливая тем самым наличие радиоактивности. По мнению авторов, все исследованные случаи совместимы с представлением о том, что падающие фотоны отрывают от ядер нейтроны. Эффективное сечение для подобных процессов порядка 10^{-27} см².

Для доказательства того, что искусственная радиоактивность создается именно γ -лучами, авторы проделали следующие опыты. Они измеряли активность для Si и Br при различных энергиях протонов, создающих γ -лучи. Измерения показали, что активность с изменением энергии протонов изменяется так же, как γ -излучение, которое в данной области энергий обладает резко выраженным резонансным максимумом.

Таким образом, имеются основания считать, что обнаруженная ими искусственная радиоактивность действительно вызывается γ -лучами.

Л. Грошев, Москва

* По последним данным Боте и Гентнера (Naturwiss. 25, 284, 1937) в случае γ наблюдаются три различные периода распада (примечание при корректуре).

** При облучении Br нейтронами наблюдаются три периода распада.