

## О ПРИМЕНЕНИИ ШЛЕЙФОВОГО ОСЦИЛЛОГРАФА МПО-2 ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АКУСТИЧЕСКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ЗВУКОВ РЕЧИ<sup>1</sup>

В. А. СКВОРЦОВ, А. К. ТЕКОРЮС

В многолетней практике лаборатории экспериментальной фонетики КГУ доказана возможность исследовать с помощью шлейфового осциллографа МПО-2: а) периоды, характерные для отдельных гласных фонем, и характер кривых для отдельных фонем, б) длительность звуков и их фаз, в) звонкость и глухость звуков, г) ассимилятивные явления, д) изменение высоты тона<sup>2</sup>. Очень большое значение, как теоретическое, так и практическое, имеет также исследование динамических явлений речи.

Как известно, интенсивность звуковых колебаний можно измерять, пользуясь осциллограммой микрофона. Известны три таких способа измерения интенсивности звуков речи: а) измерение наибольших выбросов амплитудной кривой (peak speech power)<sup>3</sup>, б) измерение общей площади, помешающейся между линией, огибающей наибольшие выбросы амплитудной кривой, и линией покоя (total speech power), в) соотношение значений измерения указанной площади с длительностью звука, что дает среднюю величину амплитудных значений звука (average speech power).

Но эти способы измерения имеют существенные недостатки. Во-первых, установлено, что части осциллограммы, расположенные по обе-

<sup>1</sup> Работа выполнена в лаборатории экспериментальной фонетики Киевского ордена Ленина государственного университета им. Т. Г. Шевченко. Научный консультант доц. И. П. Сунцова. Зав. лабораторией доц. Н. И. Тоцька.

<sup>2</sup> В. А. Скворцов, Про застосування шлейфового осциллографа в експериментальній фонетиці, Вісник Київського університету № 1, Серія філології та журналістики, Вип. 1, КДУ, 1954, стр. 176. См. также: И. П. Сунцова, Л. И. Прокопова, В. А. Скворцов, К вопросу о применении шлейфового осциллографа в экспериментально-фонетических исследованиях, XII Наукова сесія, Тези доповідей, Секція філології. Видавництво Київського університету, 1955; Н. І. Тоцька, Визначення меж голосних фонем на осцилограмах, Вісник Київського університету № 1, Серія філології та журналістики, Вип. 2, 1958, и др.

<sup>3</sup> Fletcher Harvey, Speech and Hearing, London, 1929, p. 64 и след.

им сторонам ее нулевой линии (положительные и отрицательные амплитуды), как правило несимметричны. Это важное обстоятельство совершенно не учитывается при измерениях по любому из приведенных способов. Во-вторых, измерение наибольших амплитуд каждого периода не учитывает силовых соотношений частотного спектра речевого звука. В то время как в экспериментально-фонетических исследованиях очень важно получить характеристику общей интенсивности различных звуков речи. В-третьих, использование второго (б) и третьего (в) способов измерения требует еще значительной предварительной ручной графической работы, проведения кривых,гибающих, максимальные амплитуды осциллограммы, выведения линии покоя (нулевой линии) и т.п.

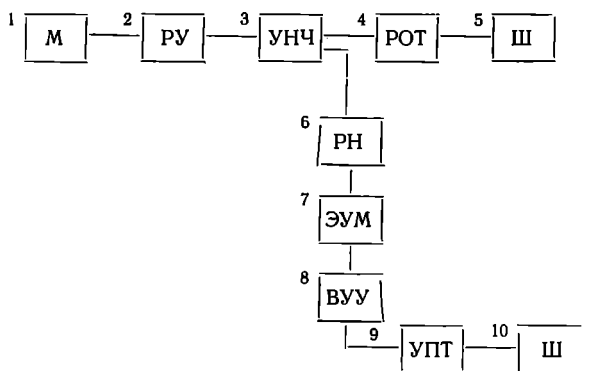
Кривая акустической интенсивности звуков речи применяется и в лаборатории экспериментальной фонетики Института русского языка АН СССР. Там, также как и в I. Московском педагогическом институте иностранных языков, она выведена на кимограф с помощью электродинамического рекордера. В лаборатории АН СССР выполнена и соответствующая измерительная линейка (дцб). Авторы данной статьи выражают свою признательность руководителю лаборатории экспериментальной фонетики Института русского языка АН СССР ст. научн. сотруднику С. С. Высотскому за ознакомление с кривой акустической интенсивности, полученной на кимографе с помощью электродинамического рекордера.

Полученная нами на киноплёнке кривая интенсивности — результат суммирования звуковых колебаний, воспринимаемых микрофоном. Она с достаточной точностью отражает нарастание и спад интенсивности звуков речи. Непрерывность кривой интенсивности позволяет производить измерения в любой ее точке по отношению к ее же нулевой линии. При этом не требуется трудоемкой предварительной графической работы. Это открывает возможность применить шлейфовый осциллограф для массового исследования интонационных явлений речи.

Для анализа предлагаемой кривой интенсивности применимы и названные выше способы измерения (Н. Fletcher). Однако в силу присущих им недостатков нами заканчивается разработка еще одного способа измерения. В этом случае измерения будут производиться специальной линейкой, нанесенной на киноленту с помощью звукового генератора ГЗ-2 и осциллографа МПО-2.

Как указано выше, кривая интенсивности является результатом суммирования звуковых колебаний, воспринимаемых микрофоном. Получение осциллограммы звуковых колебаний и синхронной с нею записи кривой интенсивности обеспечивается следующим образом (см. скелетную схему).

### Скелетная схема



В схему входят: 1. Микрофон; 2. Регулятор уровня; 3. Усилитель низкой частоты (УНЧ); 4. Регулятор — ограничитель тока; 5. Шлейф осциллографа МПО-2, фиксирующий осциллограмму микрофонных колебаний. В этом же тракте, после УНЧ, некоторая строго определенная часть энергии ответвляется на 6. Регулятор напряжения; 7. Электронный усилитель мощности (ЭУМ); 8. Выпрямляюще-удваивающее устройство (ВУУ) и затем поступает на вход 9. Усилителя постоянного тока (УПТ) и далее на 10. Шлейф осциллографа, фиксирующий кривую интенсивности.

В данном электроакустическом тракте использованы вибраторы типа МОВ2. Для получения осциллограммы микрофона применен вибратор с сопротивлением  $2,9 \Omega$ , чувствительностью к постоянному току  $0,25 \text{ мм/ма}$ , с максимально допустимым отклонением луча на экране в одну сторону  $80 \text{ мм}$ ; максимально допустимый постоянный ток  $100 \text{ ма}$ , максимально допустимое действующее значение переменного тока  $70 \text{ ма}$ . Для получения кривой интенсивности применен вибратор с сопротивлением  $4,3 \Omega$ , чувствительностью к постоянному току  $3,1 \text{ мм/ма}$ , с максимально допустимым отклонением луча в одну сторону  $100 \text{ мм}$ ; максимально допустимый постоянный ток  $10 \text{ ма}$ , максимально допустимое действующее значение переменного тока  $7 \text{ ма}$ .

Микрофон — радиовещательный типа СМД, имеющий равномерную характеристику в пределах всего речевого диапазона<sup>4</sup>.

Звуковые колебания, преобразованные микрофоном в электрические и усиленные УНЧ, еще раз усиливаются ЭУМ, преобразовываются в ВУУ и опять усиливаются УПТ. Преобразование заключается в выпрямлении и удвоении частоты. Это можно осуществить по обычным схемам. ВУУ, примененное нами, допускает подачу на него рабочей частоты от  $20 \text{ гц}$  до  $50 \text{ кгц}$  с минимальными искажениями. ВУУ обла-

<sup>4</sup> В. К. Иофе, Электроакустика, Связьиздат, 1954, стр. 48—49.

дает достаточной линейностью, что необходимо для дальнейшего усиления сигнала на УПТ.

Известно, что распределение энергии человеческой речи по частотному диапазону чрезвычайно неравномерно<sup>5</sup>. Потребовалось сконструировать ЭУМ (в скелетной схеме 7), ВУУ (8) и УПТ (9) с таким расчетом, чтобы правильно воспроизводить частоты (как нарастание, так и спад) всего речевого диапазона, особенно полосы в пределах 60—1000 гц.

Электронный усилитель мощности [7] (один каскад) собран по обычной схеме на лампе 6П6С. При конструировании ЭУМ, расчете и изготовлении его выходного трансформатора принято во внимание распределение мощности акустических колебаний по звуковому диапазону следующим образом (по данным Сивнана, Денна и Уайта — Sivian, Dunne and White):

Частоты (гц)		% мощности
62 до	125	9
125	250	18
250	500	47
500	1000	10
1000	2000	6
2000	4000	4
4000	16000	3*

Усилитель рассчитан на отдачу максимальной мощности в области средних звуковых частот.

Далее усиленные звуковые колебания, поступая на ВУУ, предварительно проходят цепочку из координирующих емкостей.

Особое внимание уделено конструированию УПТ, в конечном счете определяющем качество и точность воспроизведения кривой интенсивности. Как известно, особенностью усилителей постоянного тока является трудно достижимая стабильность работы (т.н. дрейф по току), возбуждение, повышенная чувствительность к колебаниям анодного напряжения и т.п. Для обеспечения стабильности работы УПТ применена надежная электронная стабилизация анодного напряжения. Стабилизатор собран на радиолампах с подогревным катодом, на двойном триоде 6Н5С и двойном триоде 6Н9С и газовом стабилизаторе СГ4С. Раздельное питание накалов ламп УПТ от отдельного понижающего трансформатора с индивидуальными для каждой лампы накальными обмотками, а также питание всего устройства от сети переменного тока через феррорезонансные стабилизаторы СН-250 в значительной мере

<sup>5</sup> Г. Г. Гинкин, Справочник по радиотехнике, Москва—Ленинград, Гос. энергетическое из-во, 1948, стр. 340.

<sup>6</sup> С. Н. Криве, Усилители низкой частоты, Воениздат, 1940, стр. 87.

стабилизировало УПТ. Само собой разумеется, что лампы УПТ прошли предварительную много- часовую тренировку, что тоже значительно стабилизировало дрейф по току.

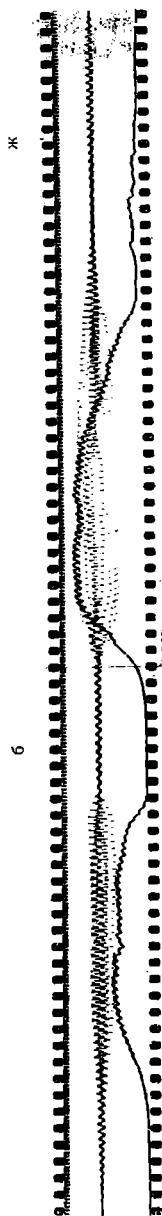
Многочисленные контрольные съемки показали, что кривая интенсивности четко отражает не только интенсивность гласных, но и до определенной степени звонких щелевых и сонорных согласных, что расширяет возможности сопоставительного анализа различных звуков речи.

Большим достоинством устройства является то, что оно дает возможность исследовать развитие динамических явлений речи на отдельных фонемах, чем не обладает широко применяемый фонетистами-экспериментаторами аппарат Неймана (т.н. «самописец»), так как он фиксирует громкость только звуков речи длительнее чем 0,2 сек.<sup>7</sup> По сравнению с кривой интенсивности, получаемой на кинографе с электродинамическим рекордером, о котором сказано выше, наша кривая интенсивности технически более совершенна: она значительно чувствительнее, практически безинерционна, и, что особенно важно для экспериментально-фонетических исследований, ее можно измерять в акустических единицах-децибелах.

Прилагаемый образец осциллограммы и синхронной к ней кривой интенсивности выполнен на киноплёнке типа ДК на скорости 500 мм/сек<sup>8</sup>. Записано украинское слово «жаба», диктор Н. И. Тоцкая. Из-за технических причин осциллограмму просим читать справа налево.

Kijevo Valstybinis Lenino ordino  
T. G. Sevčenkos v. universitetas

Įteikta  
1964 m. liepos mėn.



<sup>7</sup> Н. И. Жинкин, Восприятие ударения в словах русского языка, Известия АПН РСФСР, вып. 54, Москва, 1954, стр. 20.

<sup>8</sup> В лаборатории ведутся также записи и на скоростях 1000 мм/сек, 2000 мм/сек и 5000 мм/сек.

# APIE ŠLEIFINIO OSCILOGRAFO МПО-2 PANAUDOJIMĄ KALBOS GARSŲ AKUSTINIAM INTENSYVUMUI TIRTI

V. SKVORCOVAS, A. TEKORIUS

## Re z i u m ė

Straipsnyje aprašoma, koku būdu galima gauti garsų akustinio intensyvumo kreivę, panaudojant oscilografą МПО-2, kuri yra daug tikslesnė, negu intensyvumo kreivės, gaunamos kitais būdais. Pridėta oscilograma — praktiška naujojo būdo panaudojimo rezultato iliustracija.

---