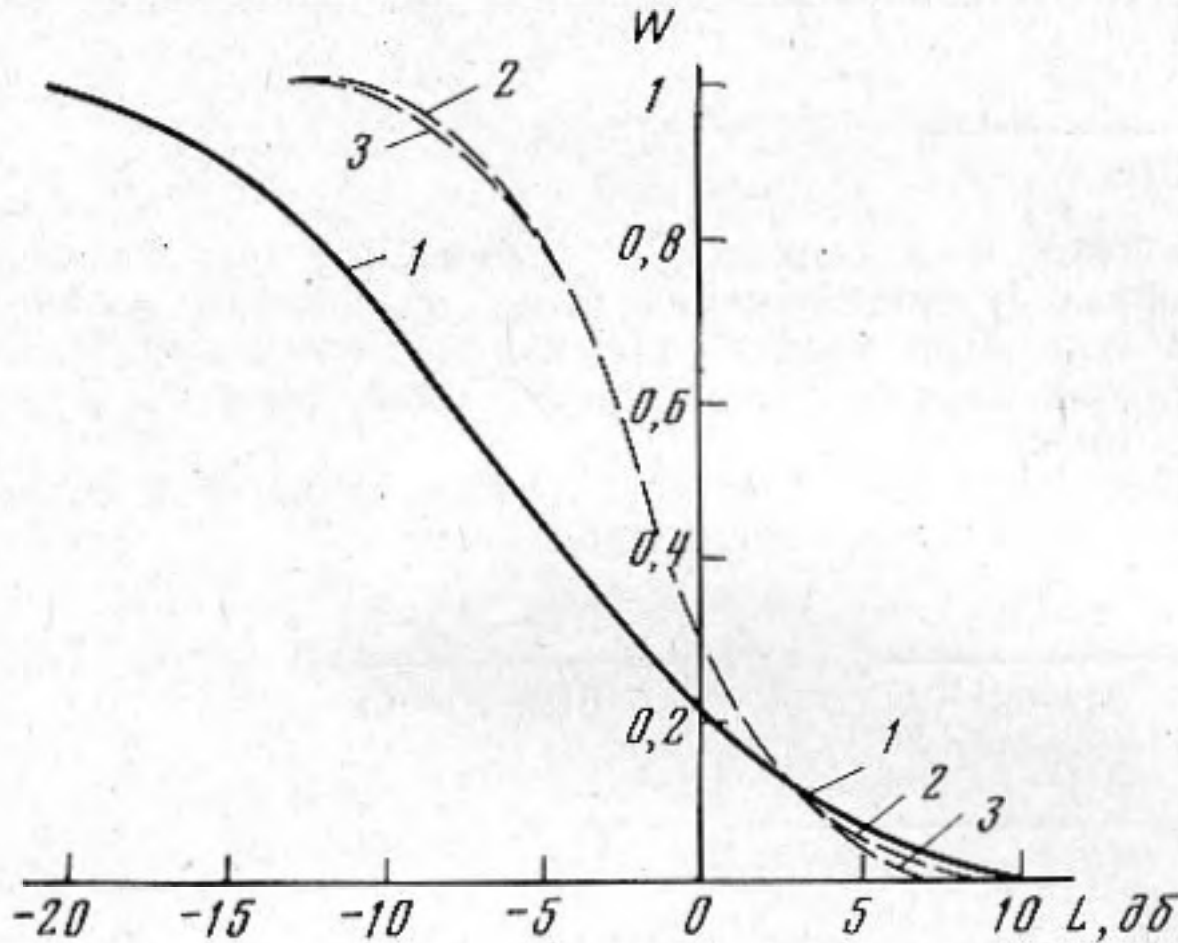


АМПЛИТУДНЫЕ И ЧАСТОТНЫЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЕЙ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА ПРИ ПРЕДЕЛЬНОМ АМПЛИТУДНОМ ОГРАНИЧЕНИИ

Ч. М. Метер, И. А. Млодзеевская, М. А. Сапожков

Известно, что предельно ограниченный по амплитуде речевой сигнал обеспечивает хорошую разборчивость речи, особенно если это ограничение происходит в канале высокой частоты. В работе [1] показано, что при ограничении по высокой частоте звуки речи по спектральным огибающим мало чем отличаются от неограниченных. Оставалось неясным, какова же при этом динамика речевого сигнала в узких полосах частот, в частности в так называемых частотных группах слуха



Фиг. 1. Распределение уровней речевого сигнала: 1 — неограниченный речевой сигнал, 2 — амплитудное ограничение по НЧ, 3 — ограничение по ВЧ. За нуль по оси абсцисс принят средний уровень сигнала

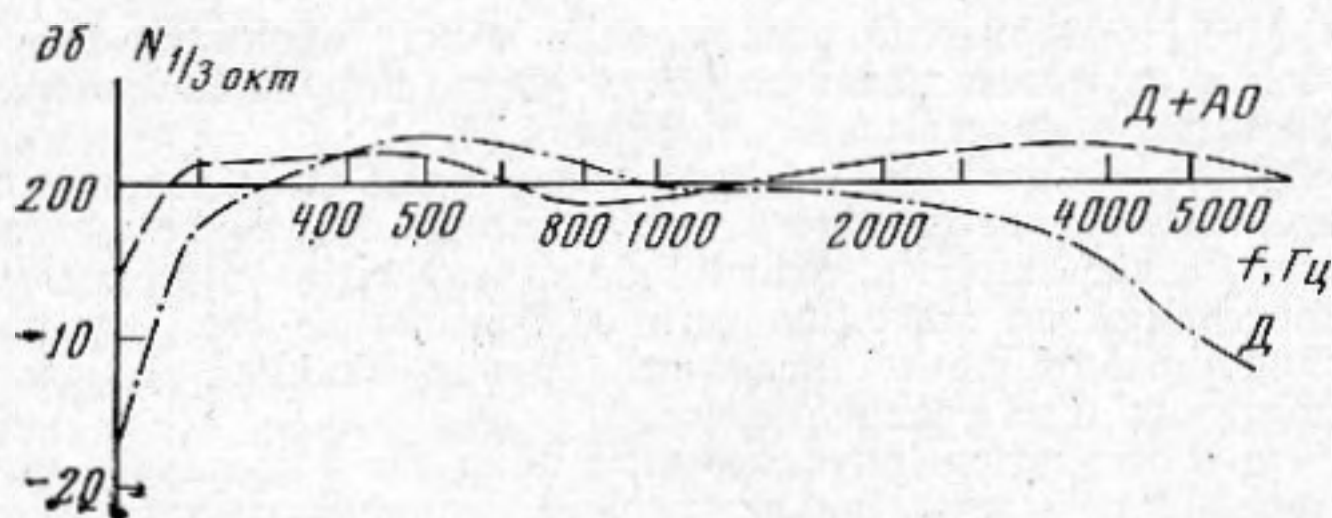
представляющих полосы пропускания слухового анализатора, и роль этой динамики. В одной из работ авторов [2] было показано, что при амплитудном ограничении в канале низкой частоты динамический диапазон сигнала в $1/3$ -октавных полосах частот, близких по величине к частотным группам слуха, только вдвое уже динамического диапазона неограниченного сигнала. Поскольку разборчивость речи при амплитудном ограничении в высокочастотном канале получается значительно выше, чем при ограничении в низкочастотном канале, требовалось выяснить, какие факторы повышают разборчивость речи. Заметим, что во всех случаях спектр речевого сигнала был скорректирован путем подъема в сторону высоких частот на 6 дБ/окт.

Анализ амплитудного и частотного распределений ограниченного по амплитуде речевого сигнала в высокочастотном канале показал, что интегральное распределение уровней речевого сигнала не изменилось по сравнению с ограничением в низкочастотном канале. На фиг. 1 приведены кривые такого распределения: кривая 1 для неограниченного сигнала, кривые 2, 3 — для ограниченного в каналах низких и высоких частот. На фиг. 2 приведены усредненные кривые частотного распределения для тех же условий. Как видим, и частотное распределение получается одинаковым для обоих случаев амплитудного распределения (по сравнению с неограниченным сигналом распределение оказывается выравненным).

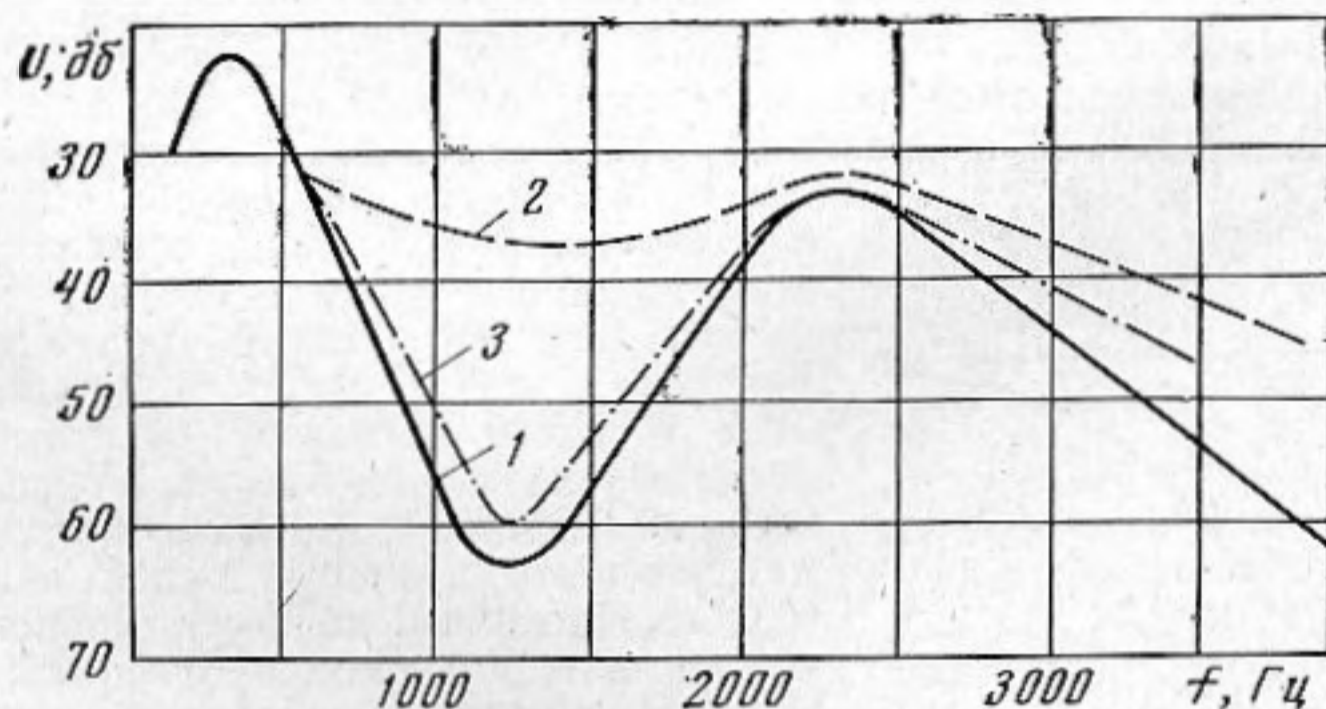
Следовательно, причина повышения разборчивости речи при ограничении в высокочастотном канале заключается не в этих распределениях. Исследования показали, что повышение разборчивости речи при ограничении в высокочастотном канале по сравнению с низкочастотным каналом объясняется меньшими помехами, образующимися при амплитудном ограничении из речевого сигнала. При ограничении в низкочастотном канале такие помехи почти полностью попадают в полосу частот сигнала, а при ограничении в высокочастотном канале в полосу частот сигнала попадают только некоторые продукты искажений. Это иллюстрируют спектральные кривые, приведенные на фиг. 3*. На ней приведены спектральные оги-

* Методика и аппаратура для такого анализа описана в работе [2].

бающие звука *e* (кривая 1 — без ограничения, кривая 2 — с ограничением в низкочастотном канале и кривая 3 — с ограничением в высокочастотном канале). Ясно, что чем выше частотный диапазон в высокочастотном канале, тем выше разборчивость речи. Это было подтверждено измерениями разборчивости речи при ограничении в высокочастотном канале с несущей частотой 20 и 96 кГц.



Фиг. 2. Усредненные кривые распределения уровней по частоте. Уровни даны для 1/3-октавных полос. За нулевой уровень принят уровень в полосе около 1000 гц. Д — дифференцированный речевой сигнал без амплитудного ограничения. Д+АО — дифференцированный речевой сигнал с последующим предельным амплитудным ограничением



Фиг. 3. Зависимость спектрального уровня звука речи «e» от частоты: 1 — без амплитудного ограничения, 2 — при амплитудном ограничении по НЧ, 3 — при амплитудном ограничении по ВЧ

Эти исследования доказали перспективность амплитудного ограничения речевого сигнала в высокочастотных каналах, так как такой ограниченный сигнал является высокопомехоустойчивым, поскольку динамика сигнала в целом близка к нулевому значению и глубина модуляции получается близкой к предельно возможной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Schneider. Die Verständlichkeit amplitudenbegrenzter Sprache. Frequenz, 1956, 10, 4, 97—106, 5, 152—161.
2. Ч. М. Метер, И. А. Младзеевская, М. А. Сапожков. Амплитудные и частотные распределения уровней речевого сигнала при некоторых видах его обработки. Акуст. ж., 1976, 22, 2, 226—270.

Московский электротехнический институт связи

Поступила
26 ноября 1976 г.