

$$\sum_{n=0}^N V_n \cos(\omega \Delta t_n) = 0, \quad (5)$$

будет обращаться в нуль.

При наличии только одной ровной границы на дне взаимный спектр полностью совпадет, как это и следовало ожидать, со спектром излученного шумового сигнала. Таким образом, появление интерференционных полос в синфазной составляющей взаимного спектра связано с отражением на двух или нескольких границах, величина неровностей которых приводит к размытию и уменьшению интерференционных полос, а также центральной частоты взаимного спектра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вологов В. И., Краснобородько В. В., Лысанов Ю. П. Некоторые особенности корреляции псевдошумовых сигналов при отражении от слоистого дна океана.— Акуст. ж., 1979, т. 25, № 6, с. 854–859.
2. Бендат Дж., Пирсол А. Измерение и анализ случайных процессов. М.: Мир, 1974.

Институт океанологии
им. П. П. Ширшова
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
30.VII.1982

УДК 621.391

УСТРОЙСТВО ВЫДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА

Нгуен Ань Туан

В течение 1981–1982 гг. в Вычислительном центре АН СССР разработано устройство выделения информативных признаков 10–20-миллисекундных сегментов речевого сигнала (блок-схема устройства приведена на фиг. 1). Устройство входит в общую систему получения признаков первичного описания, используемую в исследованиях по распознаванию речи и дополнительно включающую гребенку полосовых фильтров. Оно включает 17 каналов, позволяющих с удовлетворительной степенью приближения оценить параметры артикуляторного тракта, соответствующие признакам способа и места образования звуков. Среди признаков, выделяемых устройством, бинарные признаки A_H , A_B , ρ_2 характеризуют способ артикуляции звуков: A_H — бинарный признак звонкости, соответствующий повышенной энергии сигнала в полосе 0–450 Гц и определяющий наличие периода основного тона на анализируемом отрезке сигнала; A_B — признак энергии в полосе 500–2000 Гц, превышающей пороговую. Одновременное присутствие A_H и A_B может служить хорошим признаком гласности. Признак ρ_2 определяет наличие шумного звука. Одновременное отсутствие признаков A_H , A_B , ρ_2 в середине слова определяет глухую смычку-паузу, предшествующую глухим взрывным звукам. (Признаки ρ_3 , ρ_5 являются, скорее, параметрами места образования звуков; ρ_2 , ρ_3 , ρ_5 — бинарные параметры, порог срабатывания которых определяется усредненными мгновенными частотами в 2, 3 и 5 кГц соответственно.)

Признаками места артикуляции звуков являются значения формантных частот и полос, усредненная мгновенная частота, параметры шумовой составляющей сигнала и ряд других параметров. Устройство выделения информативных признаков включает каналы измерения средней частоты и средней интенсивности сигнала в полосах первой и второй формант, измерение усредненной мгновенной частоты сигнала, измерения импульсов клипированного речевого сигнала в диапазонах различных длительностей за интервал 10 мс. (Гребенка селекции импульсов по длительности.)

В связи с тем что основным назначением этого устройства было исследование параметров звуков речи тонального языка (вьетнамского), особенностью которого является наличие микровариаций просодических параметров на отрезках, соответствующих звукам, особое внимание представляют каналы выделения периода основного тона T_0 и усредненной интенсивности A_0 , о которых далее будет сообщено более подробно.

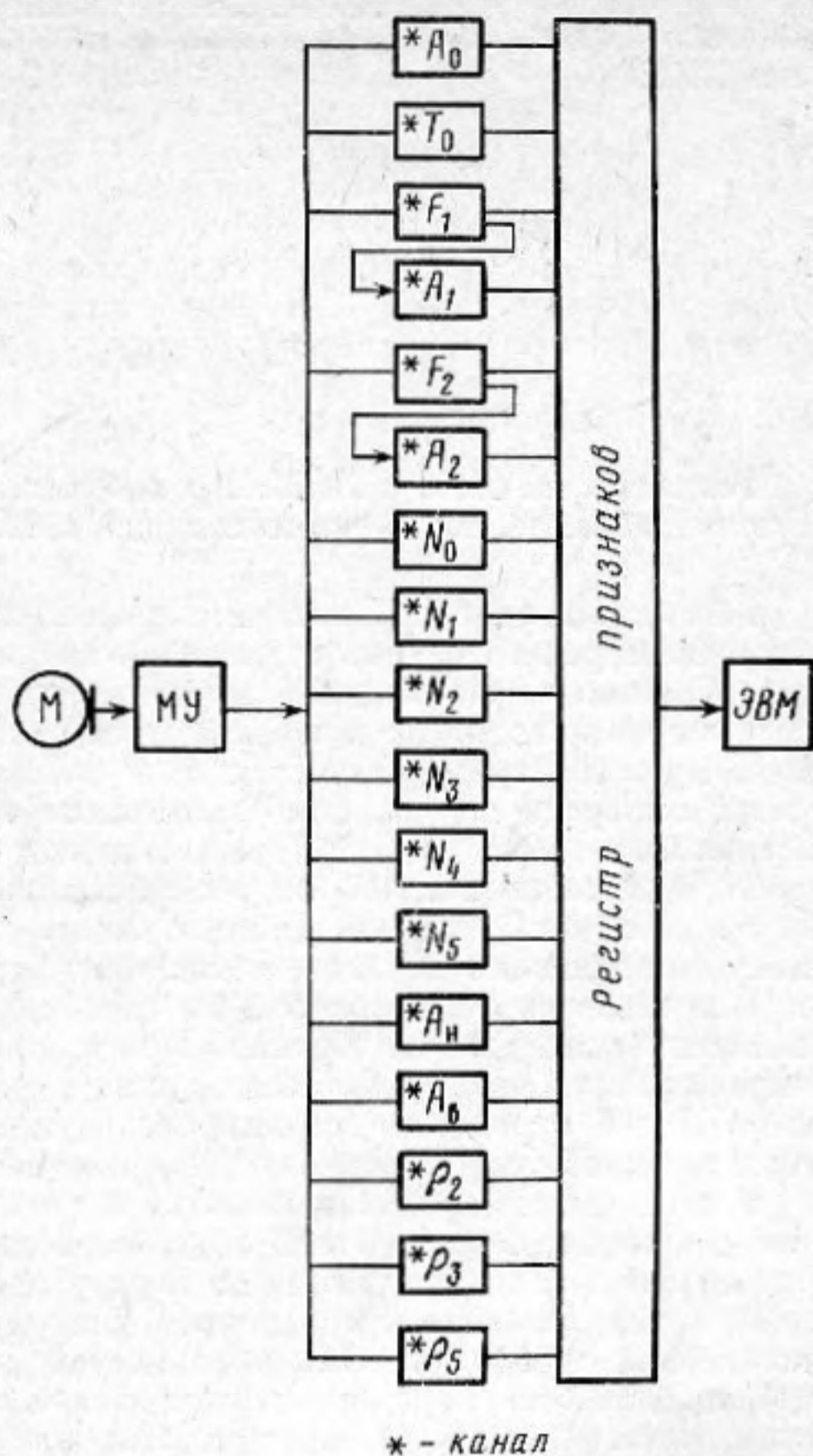
Каналы устройства изготавливались на микросхемах серий 155, 284 и 298. При измерении средней интенсивности (каналы A_0 , A_1 и A_2) использовались преобразователи «амплитуда — частота» (генераторы управляемой частоты), реализованные на оптронах АОД-101В и транзисторах КТ-117А. Система управления предусматривает использование генератора частоты 12,8 кГц и счетчика-делителя частоты для получения импульсов управления, следующих с частотой 100 и 50 Гц.

Измерение формантных частот производилось способом, описанным в [1]. Речевой сигнал в каждом из каналов F_1 и F_2 проходит через широкополосные фильтры, перекрывающие области первой и второй формантных частот. После фильтрации сигналы клипированы; импульсы с выхода клипера поступали на счетчики; измерение усредненной частоты F_1 производилось за 20, а F_2 — за 10 мс.

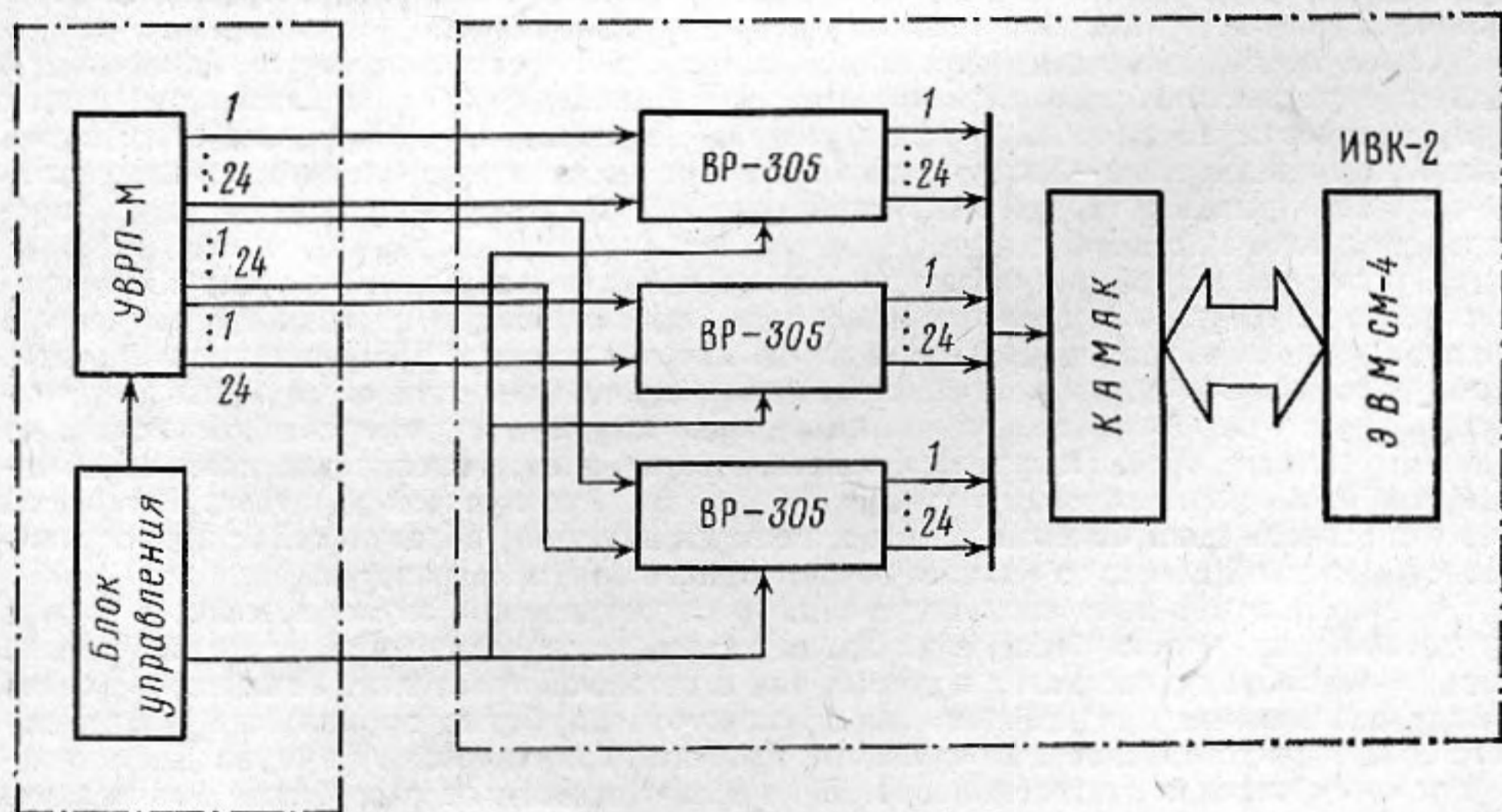
Принципиально новым каналом устройства, позволившим анализировать

изменение периода основного тона на звонких участках речевого сигнала, был канал T_0 . Речевой сигнал поступает с выхода микрофонного усилителя на фильтр низкой частоты с $f=450$ Гц, а далее на детектор и клиппер. Измерение периода основного тона осуществляется за 20 мс. В течение периода измерения оценивается лишь один период основного тона. Для устранения ошибок в измерении периода основного тона в случае, когда на периоде его появляется «двоящийся» импульс (т. е. когда идет узкий дополнительный «ложный» импульс клиппируемого сигнала у звуков с низкой частотой первой форманты), в схеме производится проверка на совпадение сформированного кипп-реле импульса, задержанного на длительность первого импульса пары и инвертированного первого импульса пары. В случае, если сформированный кипп-реле импульс, длительность которого определяется эвристически, захватывает второй импульс пары, на выходе схемы совпадения не вырабатывается второго (ложного) импульса и схема измеряет точное значение периода основного тона.

Важными признаками для классификации глухих согласных явились признаки, выделяемые каналами временной селекции. Каналы этой гребенки выделяют импульсы клиппированного речевого сигнала с длительностями $\tau \geq 100$ мкс (N_1), $\tau \geq 200$ (N_2), $\tau \geq 300$ (N_3), $\tau \geq 400$ (N_4) и $\tau \leq 50$ мкс (N_5). Конструктивно устройство выполнено на двух одиночных платах КАМАК и сопряжено с ЭВМ СМ-4 через стандартные входные регистры системы КАМАК ВР-305 (фиг. 2).



Фиг. 1. Блок-схема устройства выделения речевых признаков. * — канал



Фиг. 2. Блок-схема сопряжения УВРП-М с ИВК-2

ЛИТЕРАТУРА

1. Цемель Г. И. О распознавании речевых сигналов. М.: Наука, 1971.
2. Козадаев Б. П., Нгуен Ань Туан, Родионова Г. Г., Трунин-Донской В. Н. Ввод информативных речевых признаков в ЭВМ СМ-4. Тез. докл. и сообщ. XII Всес. сем. по автоматическому распознаванию слуховых образов. (АРСО-12). Киев — Одесса, 1982, с. 172—174.

Вычислительный центр
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
5.IX.1983