

О МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОПИСАНИИ ФОНЕТИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ
МЕЖДУ СОСЕДНИМИ СОГЛАСНЫМИ ЗВУКАМИ В РУССКОЙ РЕЧИ

Известно [1], что в русской речи не могут соседствовать любые звуки. Это означает, что соседние звуки взаимосвязаны между собой. Цель настоящей статьи — математическое описание такого рода связей для пар звуков типа согласный — согласный. Описание имеет вид уравнений алгебры конечных предикатов [2]. Каждый согласный звук речи будем формально представлять в виде вектора (p, q, r, s) . Переменную p назовем обобщенной согласной фонемой, область ее изменения задаем уравнением

$$p^{\text{н}} \vee p^{\text{л}} \vee p^{\text{м}} \vee p^{\text{н}} \vee p^{\text{р}} \vee p^{\text{с}} \vee p^{\text{т}} \vee p^{\text{ф}} \vee p^{\text{х}} \vee p^{\text{ш}} \vee p^{\text{ч}}. \quad (1)$$

Переменную q назовем признаком смягчения звука, область ее изменения задаем уравнением

$$q^{\text{т}} \vee q^{\text{м}}. \quad (2)$$

Переменную r назовем признаком длительности звука, область ее изменения вводим уравнением

$$r^{\text{д}} \vee r^{\text{к}}. \quad (3)$$

Переменную s назовем признаком звучности, область ее изменения задаем уравнением

$$s^{\text{з}} \vee s^{\text{г}}. \quad (4)$$

Дадим содержательную интерпретацию значениям введенных переменных. Значение $q = \text{м}$ соответствует фонетическому понятию «мягкий согласный», а значение $q = \text{т}$ — понятию «твердый согласный». Значение $r = \text{д}$ соответствует понятию «долгий или щелевой согласный», значение $r = \text{к}$ — понятию «краткий взрывной, смычный или слитный согласный». Значение $s = \text{з}$ соответствует фонетическому понятию «звонкий согласный, т. е. произнесенный при участии голосовых связок», значение $s = \text{г}$ — понятию «глухой согласный, или согласный, произнесенный без голоса». Значение $p = \text{й}$ соответствует звуку [j], возможно звонкое (голосом) и глухое (шепотом) произнесение обобщенной фонемы й. Полагаем, что звук й всегда мягкий и долгий, т. е.

$$p^{\text{н}} \supset q^{\text{м}} r^{\text{д}}. \quad (5)$$

Значениям $p = \text{л, м, н, р}$ соответствуют звуки [л], [м], [н], [р]. Указанные звуки могут произноситься звонко или глухо (в последнем случае их принято обозначать $\underset{\wedge}{\text{л}}, \underset{\wedge}{\text{м}}, \underset{\wedge}{\text{н}}, \underset{\wedge}{\text{р}}$).

твёрдо или мягко (в последнем случае их обозначают в виде [л'], [м'], [н'], [р']). Все они произносятся долго:

$$p^{\text{л}} \vee p^{\text{м}} \vee p^{\text{н}} \vee p^{\text{р}} \supset r^{\text{д}}.$$

Значению $p = \text{с}$ соответствуют звуки [с] — долгий глухой, [з] — долгий звонкий, [дз] — краткий звонкий, [ц] — краткий глухой. Первые два звука могут произноситься как твёрдо, так и мягко. Последние два звука всегда произносятся твёрдо:

$$p^{\text{с}} r^{\text{к}} \supset q^{\text{т}}.$$

Значению $p = \text{т}$ соответствуют звуки [т] — глухой, [д] — звонкий. Оба они могут звучать и твёрдо, и мягко. Оба эти звука — краткие:

$$p^{\text{т}} \supset r^{\text{к}}.$$

Значению $p = \text{ф}$ соответствуют звуки [ф] — долгий глухой, [в] — долгий звонкий, [п] — краткий глухой, [б] — краткий звонкий. Все эти звуки могут произноситься как твёрдо, так и мягко. Значению $p = \text{х}$ соответствуют звуки [х] — долгий глухой, [γ] или [ɦ] — долгий звонкий, [к] — краткий глухой, [г] — краткий звонкий. Все они могут произноситься и твёрдо, и мягко. Значению $p = \text{ш}$ соответствуют звуки [ш] — долгий глухой, [ж] — долгий звонкий, [ч] — краткий глухой, [дж] — краткий звонкий. Первые два звука бывают и твёрдые, и мягкие, последние же два звука всегда произносятся мягко:

$$p^{\text{ш}} r^{\text{к}} \supset q^{\text{м}}.$$

Значению $p = \text{—}$ соответствует пауза, отсутствие звука в речевом потоке. Полагаем, что при $p = \text{—}$ допустимы все возможные значения переменных q, r, s .

Переходим к записи уравнений для фонетических отношений, имеющих место для соседних согласных звуков речи. Каждое фонетическое отношение будем сперва записывать в неформальной словесной форме и лишь после этого — в символическом виде.

Глухой согласный звук не сочетается со следующим за ним звонким шумным, кроме звуков [в], [в']:

$$s_1^{\text{г}} s_2^{\text{ш}} \text{Шум} (p_2) \supset p_2^{\text{ф}} r_2^{\text{д}} s_2^{\text{з}}.$$

Индекс 1 относится к первому по времени звуку, индекс 2 — к следующему за ним. Предикат

$$\text{Шум} (p) \equiv p^{\text{с}} \vee p^{\text{т}} \vee p^{\text{ф}} \vee p^{\text{х}} \vee p^{\text{ш}} \quad (11)$$

соответствует понятию «шумный согласный звук». Приведем примеры произношения звуков: сдача — +[зд], —[сд]; двухзонный — +[γз], —[хз]; свалка — +[св], —[хв]; трехжильный — +[γж], —[хж]; сгрести — +[зг], —[сг]. Знаком + обозначено произношение, допустимое уравнением (10), знаком — — недопустимое.

Звонкий шумный звук не сочетается со следующим глухим шумным:

$$s_1^3 \text{ Шум}(p_1) \text{ Шум}(p_2) \supset s_2^3. \quad (12)$$

Примеры: обхватить — + [пх], — [бх]; обций — + [пщ], — [бщ];
сторник — + [фт], — [вт]; Гинцбург — + [дзб], — [цб].

Звонкий шумный звук не сочетается с последующей паузой:

$$\text{Шум}(p_1) p_2^- \supset s_1^-. \quad (13)$$

Примеры: дуб — + [п], — [б]; враг — + [к], — [г]; раз — + [с], — [з]; ров — + [ф], — [в]; рожь — + [ш'], — [ж'].

Взрывной зубной или передненебный не сочетается со следующим слитным или щелевым того же места образования:

$$p_1^T (\overline{p_2^c \vee p_2^{ш}}). \quad (14)$$

Примеры: джем — + [джж], — [дж]; отшить — + [чш], — [тш];
отжить — + [джж], — [дж]; делается — + [цс], — [тс]; отца —
+ [цц], — [тц]; подозрный — + [дзз], — [дз].

Щелевой и слитный зубной звук не сочетается со следующим шумным передненебным:

$$\overline{p_1 p_2^{ш}}. \quad (15)$$

Примеры: сшить — + [шш], — [сш]; сжимать — + [жж], — [сж];
из журнала — + [жж], — [зж]; Ницше — + [чш], — [цш]; счет —
+ [шч], — [сч].

Твердый зубной согласный (если это не звук л) не может сочетаться со следующим мягким зубным:

$$q_1^T (p_1^T \vee p_1^c \vee p_1^ш) (p_2^T \vee p_2^c \vee p_2^ш \vee p_2^л) \supset q_2^T. \quad (16)$$

Примеры: усли — + [с'н'], — [сн']; ездить — + [з'д'], — [зд'];
казнь — + [з'н'], — [зн']; на ленте — + [н'т'], — [нт']; о романсе —
+ [н'с'], — [нс'].

Тот же звук не может сочетаться со следующим мягким шумным:

$$q_1^T (p_1^T \vee p_1^c \vee p_1^ш) (p_2^ф \vee p_2^м) \supset q_2^T. \quad (17)$$

Примеры: Тверь — + [т'в'], — [тв']; змей — + [з'м'], — [зм'];
разбой — + [зб'], — [зб']; о канве — + [н'в'], — [нв'].

Твердый губной согласный не может сочетаться со следующим мягким губным:

$$q_1^T (p_1^ф \vee p_1^м) (p_2^ф \vee p_2^м) \supset q_2^T. \quad (18)$$

Примеры: вбить — + [в'б'], — [вб']; Кромвель — + [м'в'], — [мв'];
обвить — + [б'в'], — [бв']; влпхнуть — + [ф'п'], — [фп'].

Мягкий губной согласный не может сочетаться со следующими твердым губным:

$$q_1^m (p_1^f \vee p_1^m) (p_2^f \vee p_2^m) \supset q_2^m. \quad (19)$$

Примеры: обмыть — + [бм], — [б'м]; Гофман — + [фм], — [ф'м]; камвольный — + [мв], — [м'в].

Твердый заднеязычный согласный не может сочетаться со следующим мягким заднеязычным:

$$q_1^t p_1^x p_2^x \supset q_2^t. \quad (20)$$

Примеры: мягкий — + [х'к'], — [хк']; Аггей — + [г'г'], — [гг']; к киту — + [к'к'], — [кк'].

Мягкий заднеязычный согласный не может сочетаться со следующим твердым заднеязычным:

$$q_1^m p_1^x p_2^x \supset q_2^m. \quad (21)$$

Примеры: легко — + [хк], — [х'к]; к коту — + [кк], — [к'к].

Звук н перед мягкими шумными переднеязычными всегда произносится мягко:

$$p_1^n q_2^m p_2^m \supset q_1^m. \quad (22)$$

Примеры: гончий — + [н'ч'], — [нч']; раньше — + [н'ш'], — [нш']; манжеты — + [н'ж'], — [нж'], — [нж'].

После шумного переднеязычного невозможен другой шумный переднеязычный, если он не разделяет с первым его твердости или мягкости:

$$p_1^m p_2^m \supset (q_1 = q_2). \quad (23)$$

Примеры: отщепенец — + [т'щ'], — [тщ']; лучше — + [чш], — [ч'ш].

После мягких зубных (кроме [л']) не могут следовать дрожащие [р] и [р']:

$$(p_1^t \vee p_1^c \vee p_1^n) p_2^p \supset q_1^t. \quad (24)$$

Примеры: три — + [тр'], — [т'р']; усреднить — + [ср'], — [с'р']; драть — + [др], — [д'р].

Мягкие губные не сочетаются со следующими согласными другого места образования, кроме [j]:

$$(p_1^f \vee p_1^m) \overline{p_2^f \vee p_2^m \vee p_2^n \vee p_2^t} \supset q_1^t. \quad (25)$$

Примеры: об овсе — + [фс'], — [ф'с']; мне — + [мн'], — [м'н']; блять — + [бл'], — [б'л'].

Мягкие заднеязычные не сочетаются со следующими согласными другого места образования, кроме [j]:

$$\overline{p_1^x p_2^x \vee p_2^n} \supset q_1^t. \quad (26)$$

Примеры: квота — + [кв], — [к'в]; Кьянти — + [к'j]; грипп — + [гр'], — [г'р']; хрюкать — + [хр'], — [х'р'].

После всех твердых согласных, если они не передненебные шумные, не может следовать [j]:

$$q_1^{\tau} p_2^{\alpha} \supset p_1^{\text{ш}}. \quad (27)$$

Примеры: пью — + [п'j], — [пj]; съемка — + [с'j], — [cj]; Марья — + [р'j], — [pj]; Лукьян — + [к'j], — [kj].

После мягкого *p* невозможны шумные передненебные:

$$p_1^{\text{р}} p_2^{\text{ш}} \supset q_1^{\tau}. \quad (28)$$

Примеры: коржики — + [рж], — [р'ж]; корчиться — + [рч], — [р'ч].

Перед паузой невозможны мягкие заднеязычные:

$$p_1^{\text{х}} p_2^{-} \supset q_1^{\tau}. \quad (29)$$

Примеры: рог — + [к], — [к']; мох — + [х], — [х'].

Любые два рядом стоящих согласных звука либо оба твердые, либо оба мягкие, если они одинаковы во всем остальном:

$$(p_1 = p_2) (r_1 = r_2) (s_1 = s_2) \supset (q_1 = q_2). \quad (30)$$

Примеры: осенний — + [н'н'], — [нн']; аккорд — + [кк], — [к'к]; аппендикс — + [п'п'], — [пп'].

Список литературы: 1. Панов Н. В. Русская фонетика. — М.: Просвещение, 1967. — 438 с. 2. Шабанов-Кушнаренко Ю. П. Начала теории интеллекта: Математические средства. Рукопись деп. в ВИНТИ, № 3322—82. — 240 с.

Поступила в редколлегию 07.06.83.