

$$\begin{aligned} \sqrt{t^9} \sqrt{t^{10}} \sqrt{t^{13}}; y_2^a = t^{11}; y_2^b = t^{13} \sqrt{t^{14}}; y_2^c = t^{15} \sqrt{t^{16}}; y_2^d = t^{17}; \\ y_3^- = t^6 \sqrt{t^9} \sqrt{t^{10}} \sqrt{t^{11}} \sqrt{t^{12}} \sqrt{\dots} \sqrt{t^{17}}; y_3^o = t^7; \\ y_3^y = t^8; y_3^a = t^{18}. \end{aligned} \quad (6).$$

Таким образом, имея глагольную основу и соответствующий ей достаточный набор переменных признаков, можно однозначно отыскать формообразующий суффикс и окончание.

Пример 1. Причастие задано основой прошедшего времени *чита*. Необходимо определить формообразующий суффикс Z и окончание $У$ полного действительного причастия прошедшего времени, женского рода, единственного числа, родительного падежа. Исходя из условия задачи, имеем $x_1^a, x_3^a, x_4^a, x_5^1, x_6^1, x_7^c, x_9^y, x_{11}^a, x_{12}^p, x_{13}^e, x_{14}^ж$. Определить $z_1, z_2, z_3, y_1, y_2, y_3$.

Решение. Функция $t = \eta(x_1, x_2, x_3, x_4)$ принимает значение t^2 (3), а функция $S = \xi(x_5, x_6, x_7, x_9, x_{10}, x_{11}) - S^7$ (1), формообразующий суффикс Z (4) — $z_1 = в, z_2 = ш, z_3 = -$.

Функция $t' = \eta(x_4, x_7, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15})$ принимает значение t^2 (5), $x_{10} = ш$, тогда окончание — $y_1 = е, y_2 = й, y_3 = -$ (6). Таким образом, полученная словоформа — *читавшей*.

Список литературы: 1. *Русская грамматика*. Т. 1.—М.: Просвещение, 1980.—783 с. 2. *Виноградов В. В.* Грамматика русского языка.—М.: Изд-во АН СССР, 1960.—719 с. 3. *Математическое описание процесса склонения прилагательных* / Ю. П. Шабанов-Кушнарченко, М. Ф. Бондаренко, В. М. Бондарев, З. Ю. Шабанова-Кушнарченко.—Проблемы бионики, 1980, вып. 24. с. 22—27.

Поступила в редколлегию 02.03.81.

УДК 510.62

О. В. ЛАЗАРЕНКО

О МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОПИСАНИИ ИМЕННОГО ПРИСТАВОЧНОГО СЛОВООБРАЗОВАНИЯ

Основной целью математического описания языка является описание всех языковых процессов в виде формализованных правил, по которым ЭВМ могла бы произвести обработку текстовой информации. В рамках данной всеобъемлющей задачи выделяется ряд подзадач, решение которых в конечном счете и позволит создать действующую модель языка. Это математическое описание морфологического, словообразовательного, синтаксического и лексического уровней языка.

Данная статья посвящена проблемам описания процессов словообразования путем префиксации. Используя опыт описания системы словоизменения средствами алгебры конечных

предикатов [1] и исходя из принципиальной возможности построения математической модели словообразования [2], мы попытались описать средствами данного математического аппарата именное приставочное словообразование на материале временных и пространственных приставок.

Важной особенностью словообразования является наличие большого числа, нереализованных возможностей этой системы. Таким образом, основная задача изучения словообразования — выяснение того, что допускается системой [3]. Еще Ф. де Соссюр [4] писал, что «импровизируемое мною слово уже существует в потенции языка..., а его осуществление в речи есть факт незначительный по сравнению с самой возможностью его образования». Поэтому при описании процессов словообразования необходимо учитывать не только производные слова, имеющиеся в словаре, но и потенциально возможные производные.

Предложенная ниже модель является попыткой описания системы приставочного словообразования с учетом ее потенциальных возможностей.

В рамках данной постановки задачи процесс приставочного словообразования сводится к формированию приставки P производного слова Y в зависимости от производящей основы X и набора признаков Z , по которым производное слово Y однозначно выводится из слова X . Признаки Z определяются влиянием на слово Y мотивирующего слова X и текста T , в который входит слово Y , а зависимость производного слова от производящей основы и текста описывается функцией $Y=f(X, T)$ [2].

Наборы признаков, однозначно характеризующих влияние слова X и текста T на приставку, были введены нами в работе [2]. Там же было введено деривационное отношение, связывающее между собой мотивирующее слово X , мотивированное слово Y и набор признаков Z , для которых было справедливо следующее утверждение: если X , Y и Z находятся в деривационном отношении, т. е. $L(X, Y, Z)=1$, то всевозможные независимые друг от друга связи между X , Y и Z запишутся в виде уравнений алгебры конечных предикатов $L_1=1, L_2=1, \dots, L_n=1$, где n — число связей между X, Y, Z , а сама модель запишется в виде $L=L_1L_2\dots L_n$.

В данной статье математически описывается формирование временных и пространственных приставок в именах существительных и прилагательных. Поскольку процессы образования имен существительных и прилагательных с помощью приставок оказались идентичными, это послужило основанием для объединения их в один класс. Для того чтобы ограничить задачу описания приставочного словообразования рамками временных и пространственных именных приставок, были введены признаки $\xi_1—\xi_4$: ξ_1 — вид морфемы со значением «п» — приставка, «н» — не приставка; ξ_2 — вид приставки со значением «р» — русская, «и» — иностранная; ξ_3 — тип приставки со значением

«и» — именная, «г» — глагольная; ξ_4 — класс приставки со значением «п» — пространственно-временная, «н» — непространственно-временная.

Зафиксировав значения $\xi_1 = п$, $\xi_2 = р$, $\xi_3 = и$, $\xi_4 = п$, мы тем самым сузили область описания.

Для математического описания пространственных и временных именных приставок необходимы следующие признаки из числа введенных ранее признаков для приставочного словообразования в целом [2]: x_1 — признак первой буквы основы; x_5 — признак семантического класса основы; x_6 — признак употребительности приставки; t_1 — пространственный семантический признак приставки; t_2 — временной семантический признак приставки.

Области изменения этих переменных задаются следующими уравнениями:

$$x_1^a \vee x_1^b \vee \dots \vee x_1^r \vee x_1^s \vee x_1^a = 1; \quad x_5^1 \vee x_5^2 \vee \dots \vee x_5^{10} \vee x_5^{11} \vee x_5^{12} = 1; \\ x_6^y \vee x_6^a = 1; \quad t_1^1 \vee t_1^2 \vee \dots \vee t_1^{10} \vee t_1^{11} = 1; \\ t_2^1 \vee t_2^2 \vee t_2^3 \vee t_2^4 = 1.$$

Значения переменной x_5 соответственно обозначают: «части живых организмов и растений», «природные образования», «конкретные существительные, связанные с жизнью и работой человека», «географические названия гор и водоемов», «существительные, обозначающие определенную общность (рабочую, политическую, научную и т. д.)», «предопределяющая совокупность», «конкретные временные понятия», «важные события, ставшие точкой отсчета времени», «великие люди эпохи», «абстрактные временные понятия», «временные понятия, относящиеся к прошлому». В двенадцатый класс вошла небольшая группа слов, мотивированных глаголами и прилагательными. Аналогично значения переменной t_1 обозначают соответственно расположение «выше чего-либо», «на чем-либо», «ниже чего-либо», «впереди чего-либо», «позади чего-либо», «вдоль чего-либо», «в непосредственной близости от чего-либо», «вокруг чего-либо», «за пределами чего-либо», «в пределах чего-либо», «между чем-либо». Значения переменной t_2 обозначают «предшествование», «непосредственное предшествование», «следование», «предварительность».

Теперь, задав на множестве введенных нами признаков необходимые отношения, опишем правила образования производных слов с помощью временных и пространственных приставок. Как указывалось выше, процесс приставочного словообразования сводится к формированию приставки $P = p_n p_{n-1} \dots p_1$ производного слова Y в зависимости от производящей основы и набора грамматических и семантических признаков. Символы p_i обозначают соответствующие буквы приставки, причем первой считаем букву, присоединяющуюся к основе.

На нечетных местах стоят гласные буквы приставки, на четных — согласные. В случае, когда приставка заканчивается на согласный, p_1 считаем равным — или $\bar{\tau}$, в зависимости от первой буквы производящей основы. При наличии двух или нескольких стоящих рядом согласных в приставке считаем, что соответствующие нечетные $p = \text{—}$.

Использование в качестве математического аппарата алгебры конечных предикатов предполагает побуквенное описание формируемого фрагмента (окончания, суффикса, префикса и т. д.) [1]. Поэтому приводимые ниже словесные формулировки правил носят достаточно условный характер и служат главным образом для пояснения приведенных математических описаний.

Для первой буквы приставки функция зависимости однозначно описывается следующими системами условий:

если мотивирующее слово начинается на $e, \bar{e}, \bar{y}, \bar{a}$, а приставка оканчивается на согласный, то на первом месте формируемой приставки пишется $\bar{\tau}$:

$$(x_1^e \vee x_1^{\bar{e}} \vee x_1^{\bar{y}} \vee x_1^{\bar{a}}) (p_2^{\bar{d}} \vee p_2^{\bar{ж}}) \supset p_1^{\bar{\tau}}; \quad (1)$$

если мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^7 - x_5^9$, а приставка означает «предшествование» или «следование», но является неупотребительной, или мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^4$, а приставка означает «расположение вдоль чего-либо» или «расположение вокруг чего-либо», то на первом месте формируемой приставки запишется буква o :

$$q_2 (t_2^1 \vee t_2^3 x_6^{\bar{n}}) \vee q_1 (t_1^6 \vee t_1^8) \supset p_1^o; \quad (2)$$

если мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^4$, а приставка означает «расположение на чем-либо» или «расположение позади чего-либо» или мотивирующее слово относится к семантическому классу x_5^{11} , а приставка означает «предшествование», то на первом месте формируемой приставки запишется буква a :

$$q_1 (t_1^5 \vee t_1^2) \vee x_5^{11} t_2^1 \supset p_1^a; \quad (3)$$

если мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^4$, а приставка означает «расположение в непосредственной близости от чего-либо» или же мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^5$, а приставка означает «расположение в пределах чего-либо», то на первом месте формируемой приставки запишется буква i :

$$q_1 t_1^7 \vee (q_1 \vee x_5^5) t_1^{10} \supset p_1^i; \quad (4)$$

если мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^5$, а приставка означает «расположение за пределами чего-либо» или мотивирующее слово относится к семантическим классам $x_5^7 - x_5^9$, а приставка означает «следование» и

является употребительной, то на первом месте формируемой приставки запишется буква е:

$$(q_1 \vee x_5^5) t_1^9 \vee q_2 t_2^3 x_6^y \supset p_1^e. \quad (5)$$

Для второй буквы приставки имеем следующую систему условий: если мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^4$, а приставки означают «расположение выше чего-либо», «расположение ниже чего-либо» или «расположение впереди чего-либо», или мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^7 - x_5^9$, x_5^{10} , а приставка означает «непосредственное предшествование», или мотивирующее слово относится к семантическому классу x_5^{12} , а приставка означает «предварительность», или мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^7 - x_5^9$, а приставка означает «предшествование, то на втором месте формируемой приставки запишется буква д:

$$q_1 (t_1^1 \vee t_1^3 \vee t_1^4) \vee (q_2 \vee x_5^{10}) t_2^2 \vee x_5^{12} t_2^4 \vee q_2 t_2^1 \supset p_2^d; \quad (6);$$

если мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^5$, а приставка означает «расположение между чем-либо», то на втором месте формируемой приставки запишется буква ж: $(q_1 \vee x_5^5) t_1^{11} \supset p_2^j$ (7);

если мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^4$, а приставка означает «расположение позади чего-либо» или мотивирующее слово относится к семантическому классу x_5^{11} , а приставка означает «предшествование», то на втором месте формируемой приставки запишется буква з: $q_1 t_1^5 \vee x_5^{11} t_2^1 \supset p_2^z$ (8);

если мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^4$, а приставка означает «расположение вдоль чего-либо» или мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^7 - x_5^9$, а приставка означает «следование» и является неупотребительной, то на втором месте формируемой приставки запишется буква п: $q_1 t_1^6 \vee q_2 t_2^3 x_6^h \supset p_2^p$ (9);

если мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^4$, а приставка означает «расположение на чем-либо» или мотивирующее слово относится к одному из семантических классов: $x_5^1 - x_5^5$, а приставка означает «расположение за пределами чего-либо», то на втором месте формируемой приставки запишется буква н: $q_1 t_2^2 \vee (q_1 \vee x_5^5) t_1^9 \supset p_2^n$ (10);

если мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^4$, а приставка означает «расположение в непосредственной близости от чего-либо» или мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^5$, а при-

Ставка означает «расположение в пределах чего-либо», то на втором месте формируемой приставки запишется буква р:

$$q_1 t_1^7 \vee (q_1 \vee x_5^5) t_1^{10} \supset p_2^6; \quad (11)$$

если мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^4$, а приставка означает «расположение вокруг чего-либо» или мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^7 - x_5^9$, а приставка означает «следование» и является употребительной, то на втором месте формируемой приставки запишется буква л: $q_1 t_1^8 \vee q_2 t_2^3 x_5^7 \supset p_2^4$ (12)*

Третья буква приставки характеризуется следующей системой условий:

если мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^4$, а приставка означает «расположение ниже чего-либо» или «расположение вокруг чего-либо» или мотивирующее слово относится к семантическому классу x_5^{11} , а приставка означает «предшествование», то на третьем месте формируемой приставки запишется буква о:

$$q_1 (t_1^3 \vee t_1^8) \vee x_5^{11} t_2^1 \supset p_3^3; \quad (13)$$

если мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^4$, а приставка означает «расположение впереди чего-либо» или мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^7 - x_5^9$, x_5^{10} , а приставка означает «непосредственное предшествование», или мотивирующее слово относится к семантическому классу x_5^{12} , а приставка означает «предварительность», или мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^5$, а приставка означает «расположение между чем-либо», то на третьем месте формируемой приставки запишется буква е:

$$q_1 t_1^4 \vee (q_2 \vee x_5^{10}) t_2^2 \vee x_5^{12} t_2^4 \vee (q_1 \vee x_5^5) t_1^{11} \supset p_3^5. \quad (14)$$

Для четвертой буквы приставки имеем:

если мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^4$, а приставка означает «расположение ниже чего-либо» или «расположение в непосредственной близости от чего-либо» или мотивирующее слово относится к семантическому классу x_5^{11} , а приставка означает «предшествование», то на четвертом месте формируемой приставки запишется буква п:

$$q_1 (t_1^3 \vee t_1^7) \vee x_5^{11} t_2^1 \supset p_4^3; \quad (15)$$

если мотивирующее слово относится к семантическому классу x_5^1 , x_5^2 , x_5^3 или x_5^4 , а приставка означает «расположение выше чего-либо», то на четвертом месте формируемой приставки запишется буква н: $q_1 t_1^1 \supset p_4^4$ (16);

если мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^5$, а приставка означает «расположение

между чем-либо», то на четвертом месте формируемой приставки запишется буква м:

$$(q_1 \vee x_5^5) t_1^{11} \supset p_4^m; \quad (17)$$

если мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^5$, а приставка означает «расположение за пределами чего-либо», то на четвертом месте формируемой приставки запишется буква в: $(q_1 \vee x_5^5) t_1^9 \supset p_4^b$ (18);

если мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^7 - x_5^9$, а приставка означает «следование» и является употребительной, то на четвертом месте формируемой приставки запишется буква с: $q_2 t_2^3 x_6^y \supset p_4^c$ (19);

если мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^4$, а приставка означает «расположение вокруг чего-либо», то на четвертом месте формируемой приставки запишется буква к: $q_1 t_1^8 \supset p_4^k$ (20);

если мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^5$, а приставка означает «расположение в пределах чего-либо», то на четвертом месте формируемой приставки запишется буква т: $(q_1 \vee x_5^5) t_1^{10} \supset p_4^t$ (21).

Для пятой буквы приставки:

если мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^4$, а приставка означает «расположение вокруг чего-либо» или мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^7 - x_5^9$, а приставка означает «следование» и является употребительной, то на пятом месте запишется буква о:

$$q_1 t_1^4 \vee q_2 t_2^3 x_6^y \supset p_5^o; \quad (22)$$

если мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^5$, а приставка означает «расположение в пределах чего-либо», то на пятом месте запишется буква у:

$$(q_1 \vee x_5^5) t_1^{10} \supset p_5^y. \quad (23)$$

Для шестой буквы:

если мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^5$, а приставка означает «расположение в пределах чего-либо», то на шестом месте запишется буква н:

$$(q_1 \vee x_5^5) t_1^{10} \supset p_6^n; \quad (24)$$

если мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^4$, а приставка означает «расположение впереди чего-либо» или мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^7 - x_5^9$, x_5^{10} , а приставка означает «непосредственное предшествование», или мотивирующее слово относится к семантическому классу x_5^{12} , а приставка означает «предварительность», или мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^7 - x_5^9$, а приставка означает «следова-

ние» и является употребительной, то на шестом месте запишется буква п:

$$q_1 t_1^4 \vee (q_2 \vee x_5^{10}) t_2^2 \vee x_5^{12} t_2^4 \vee q_2 t_2^3 x_6^y \supset p_6^n. \quad (25)$$

Для седьмой буквы:

если мотивирующее слово относится к одному из семантических классов $x_5^1 - x_5^5$, а приставка означает «расположение в пределах чего-либо», то на седьмом месте запишется буква в:

$$(q_1 \vee x_5^5) t_1^{10} \supset p_7^b. \quad (26)$$

В формулах (1)–(26) были приняты следующие сокращения:

$$q_1 = x_5^1 \vee x_5^2 \vee x_5^3 \vee x_5^4; \quad q_2 = x_5^7 \vee x_5^8 \vee x_5^9.$$

Решая полученные уравнения, мы можем сформировать необходимую приставку из числа пространственных и временных именных префиксов. Рассмотрим это на примере формирования пространственной приставки *на-*.

Пусть задан корень *колен-*, принадлежащий семантическому классу x_5^1 , и семантический признак приставки со значением «расположения на чем-либо», т. е. признак t_1^2 . Чтобы сформировать нужную приставку, отыскиваем уравнения, в которых фигурируют заданные переменные. Это уравнения (3) и (10). Преобразуем их в соответствии с законами выражения связей друг через друга и подставим в них имеющиеся данные:

$$\begin{aligned} (q_1 (t_1^5 \vee t_1^2) \vee x_5^{11} t_2) \supset p_1^a &= \overline{(q_1 (t_1^5 \vee t_1^2) \vee x_5^{11} t_2)} \vee p_1^a = \\ &= q_1 (t_1^5 \vee t_1^2) (t_1^{11} t_2) \vee p_1^a = (\overline{q_1} \vee \overline{(t_1^5 \vee t_1^2)}) (\overline{x_5^{11}} \vee \overline{t_2}) \vee p_1^a = \\ &= (\overline{x_5^1} \overline{x_5^2} \overline{x_5^3} \overline{x_5^4} \vee \overline{t_1^5} \overline{t_1^2}) (\overline{x_5^{11}} \vee \overline{t_2}) \vee p_1^a = (\overline{1} \overline{x_5^2} \overline{x_5^3} \overline{x_5^4} \vee \overline{t_1^5} \times \\ &\times \overline{1}) (\overline{x_5^{11}} \vee \overline{t_2}) \vee p_1^a = (0 \vee 0) (\overline{x_5^{11}} \vee \overline{t_2}) \vee p_1^a = 0 \vee p_1^a = p_1^a, \end{aligned}$$

т. е. получаем $p_1 = a$.

Аналогично решаем уравнение (10):

$$\begin{aligned} q_1 t_1^2 \vee (q_1 \vee x_5^5) t_1^9 \supset p_2^n &= \overline{(q_1 t_1^2 \vee (q_1 \vee x_5^5) t_1^9)} \vee p_2^n = \\ &= q_1 t_1^2 (q_1 \vee x_5^5) t_1^9 \vee p_2^n = (\overline{q_1} \vee \overline{t_1^2}) ((q_1 \vee x_5^5) \vee \overline{t_1^9}) \vee p_2^n = \\ &= (\overline{q_1} \vee \overline{t_1^2}) (\overline{q_1} \overline{x_5^5} \vee \overline{t_1^9}) \vee p_2^n = (\overline{1} \overline{x_5^2} \overline{x_5^3} \overline{x_5^4} \vee \overline{1}) (\overline{1} \overline{x_5^2} \overline{x_5^3} \times \\ &\times \overline{x_5^4} \overline{x_5^5} \vee \overline{t_1^9}) \vee p_2^n = 0 \vee \overline{t_1^9} \vee p_2^n = p_2^n, \text{ т. е. } p_2 = n. \end{aligned}$$

Таким образом мы сформировали искомую приставку *на-*.

Список литературы: 1. Шабанов-Кушнарченко Ю. П., Бондаренко М. Ф. Математическая модель склонения полных непряжательных имен прилагательных.— Науч. и техн. информация, 1979, № 6, сер. 2, с. 9—14. 2. Бондаренко М. Ф., Лазаренко О. В. Об одном подходе к математическому описанию приставочного словообразования.— АСУ и приборы автоматки, 1981, вып. 58, с. 11—12. 3. Улуханов И. С. О закономерностях сочетаемости словообразовательных морфем.— Русский язык. Грамматические исследования.— М.: Наука, 1967, с. 166—204. 4. Де Соссюр Ф. Курс общей лингвистики.— М.: Изд-во иностр. лит., 1933.— 165 с.

Поступила в редколлегию 17.02.81.