

Э. М. БУЗНИЦКАЯ, канд. техн. наук, Э. В. ДИМА, В. А. ЧИКИНА

ФОРМАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССОВ СУФФИКСАЛЬНОГО ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И СЛОВОИЗМЕНЕНИЯ ПРИЧАСТИЙ РУССКОГО ЯЗЫКА

Нашей целью было построение математической модели словоизменения атрибутивных (т. е. неспрягаемых) форм глагола — причастий русского языка.

Атрибутивная форма глагола вместе с его предикативными (личными формами и инфинитивом) образует глагольную парадигму. Причастия являются глагольно-именной формой, совмещающей в себе признаки глагола и имени прилагательного. Подобно глаголу причастия располагают категориями залога (действительный, страдательный), вида (совершенный, несовершенный) и времени (настоящее, прошедшее). От глагола с помощью специальных суффиксов могут быть образованы четыре причастные формы — две формы настоящего времени и две формы прошедшего времени: *слышать* — *слышащий*, *слышимый*, *слышавший*, *слышанный*.

Атрибутивные формы обладают неглагольным словоизменением, образуя падежные формы по адъективному склонению. Они изменяются по родам и числам, а страдательные причастия образуют краткие формы. Таким образом, с одной стороны, причастия входят в систему спряжения глагола, с другой — в систему словоизменения прилагательных [1].

Под математической моделью словоизменения причастий будем понимать определенным образом построенные две морфологические функции $Y=f(X)$ и $Z=\varphi(X)$, характеризующие зависимость текстов Y и Z от смысла X . Под смыслом X понимаем некоторый набор признаков, выраженный многокомпонентным вектором $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$, где n — число компонентов вектора. В качестве текста Y выберем окончание (флексийный морф), текста Z — формообразующий суффикс (суффиксальный словоизменительный морф): $Y=(y_1, y_2, \dots, y_m)$, $Z=(z_1, z_2, \dots, z_k)$, где m и k — число компонентов векторов Y и Z соответственно.

Полагаем, что окончания и формообразующие суффиксы причастий состоят не более чем из трех букв, поэтому $U = (y_1, y_2, y_3)$, $Z = (z_1, z_2, z_3)$. Здесь $y_1, y_2, y_3, z_1, z_2, z_3$ — буквы, стоящие на первом, втором, третьем местах окончания и суффикса соответственно. Буквы нумеруются слева направо. Переменные U и Z определены на множестве букв русского алфавита.

Процессы формирования суффиксов и окончаний происходят последовательно. Под смыслом X понимаем следующий набор признаков: залог (переменная x_1) со значениями — действительный (д), страдательный (с); вид (переменная x_2) со значениями — совершенный (с), несовершенный (н); время (переменная x_3) со значениями — настоящее (н), прошедшее (п); полнота (переменная x_4) со значениями — полное (п), краткое (к); тип спряжения (переменная x_5) со значениями — 1, 2; тип влияния основы неопределенной формы (переменная x_6) со значениями — 1 (причастия от глаголов на *-ать (-ять)* I (подкласс А) и III продуктивный класс 1-я и 8-я непродуктивные группы), 2 (причастия от глаголов на *-ить* IV класса непродуктивных групп и глаголов с основой на согласный 4-й и 5-й непродуктивных групп), 3 (причастия от глаголов на *-нуть* II класса и ряда непродуктивных групп с конечным гласным корня перед *-ть, -ти* неопределенной формы) [2, с. 510, 511]; вариант словоформы (переменная x_7) со значениями — архаичная (а), современная (с); постановка знака над буквой е (переменная x_8) со значениями — ставить (с), не ставить (н); ударность основы (переменная x_9) со значениями — ударная (у), безударная (б); последняя буква основы настоящего времени (переменная x_{10}) и прошедшего времени (переменная x_{11}) со значениями, определенными на множестве букв русского алфавита; падеж (переменная x_{12}) со значениями — именительный (и), родительный (р), дательный (д), винительный (в), творительный (т), предложный (п); число (переменная x_{13}) со значениями — единственное (е), множественное (м); род (переменная x_{14}) со значениями — мужской (м), женский (ж), средний (с); одушевленность (переменная x_{15}) со значениями одушевленное (о), неодушевленное (н).

Формообразующие суффиксы причастий сведены в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
z_1	у	ю	я	я	в	—	н	е	о	—	е	ѐ	—	—	е	ѐ
z_2	щ	щ	щ	щ	щ	щ	м	м	м	н	н	н	т	н	н	н
z_3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	н	н	н	—	—	—	—

В случае отсутствия одной или двух букв суффикса их места заполняются пробелами. Для удобства математического описания некоторые суффиксы сдвинуты на одну позицию вправо.

Приведем функцию $S = \xi(x_5, x_6, x_7, x_9, x_{10}, x_{11})$ для формообразующих суффиксов причастий [3]:

$$\begin{aligned} S^1 &= x_5^1(p_2 \vee p_4) p_5 x_6^1 x_7^c x_9^y; & S^2 &= x_5^1(p_1 \vee p_3) p_5 x_6^3 x_7^c x_9^y; \\ S^3 &= x_5^2 p_3 p_5 x_6^2 x_7^c; & S^4 &= x_5^2(p_1 \vee p_2 \vee p_4) p_5 x_6^2 x_7^c; \\ S^5 &= x_5^2 p_3 p_5 x_6^1 x_7^c; & S^6 &= x_5^2(p_1 \vee p_2 \vee p_4) p_5 x_6^1 x_7^c; \\ S^7 &= x_5^1(p_1 \vee p_3) p_5 x_6^1 x_7^c x_9^y; & S^8 &= x_5^1(p_1 \vee p_3) p_5 x_6^2 x_7^c x_9^y; \\ S^9 &= x_5^1(p_1 \vee p_3) (p_5 x_7^a \vee p_6) x_6^2 x_9^y; & S^{10} &= x_5^1(p_1 \vee p_3) p_6 x_6^2 x_9^y; \\ S^{11} &= x_5^1(p_1 \vee p_3) p_6 x_6^3 x_9^y; & S^{12} &= x_5^1(p_2 \vee p_4) p_5 x_6^3 x_7^c x_9^y, \end{aligned} \quad (1)$$

где

$$\begin{aligned} p_1 &= x_{10}^b \vee x_{10}^p \vee x_{10}^r \vee x_{10}^n \vee x_{10}^3 \vee x_{10}^k \vee x_{10}^m \vee x_{10}^h \vee x_{10}^n \vee x_{10}^p \vee x_{10}^c \vee \\ &\vee x_{10}^t \vee x_{10}^f \vee x_{10}^x \vee x_{10}^n \vee x_{10}^b; & p_2 &= x_{10}^n; & p_3 &= x_{10}^k \vee x_{10}^n \vee x_{10}^m \vee x_{10}^n; \\ p_4 &= x_{10}^a \vee x_{10}^e \vee x_{10}^e \vee x_{10}^n \vee x_{10}^h \vee x_{10}^o \vee x_{10}^y \vee x_{10}^n \vee x_{10}^b \vee x_{10}^3 \vee \\ &\vee x_{10}^y \vee x_{10}^n; & p_5 &= x_{11}^a \vee x_{11}^e \vee x_{11}^e \vee x_{11}^n \vee x_{11}^h \vee x_{11}^o \vee \\ &\vee x_{11}^y \vee x_{11}^n \vee x_{11}^b \vee x_{11}^3 \vee x_{11}^o \vee x_{11}^n; & p_6 &= x_{11}^b \vee x_{11}^b \vee x_{11}^r \vee x_{11}^n \vee \\ &\vee x_{11}^3 \vee x_{11}^k \vee x_{11}^n \vee x_{11}^m \vee x_{11}^n \vee x_{11}^n \vee x_{11}^p \vee x_{11}^o \vee x_{11}^t \vee x_{11}^f \vee \\ &\vee x_{11}^x \vee x_{11}^n \vee x_{11}^b. \end{aligned} \quad (2)$$

Приведем функцию $t = \eta(x_1, x_2, x_3, x_4)$:

$$\begin{aligned} t^1 &= x_1^n x_2^h x_3^n; & t^2 &= x_1^n x_3^n; & t^3 &= x_1^c x_2^h x_3^n; \\ t^4 &= x_1^c x_3^n x_4^n; & t^5 &= x_1^c x_3^n x_4^k. \end{aligned} \quad (3)$$

Функцию $Z = \varphi(S^1, S^2, \dots, S^{12}; t^1, t^2, \dots, t^5)$ для определения букв формообразующего суффикса запишем так:

$$\begin{aligned} z_1^o &= (S^1 \vee S^{12}) t^1; & z_1^y &= (S^2 \vee S^7 \vee S^8 \vee S^9 \vee S^{10} \vee S^{11}) t^1; \\ z_1^a &= (S^3 \vee S^5) t^1; & z_1^n &= (S^4 \vee S^6) t^1; & z_1^h &= (S^1 \vee \\ &\vee S^2 \vee \dots \vee S^8 \vee S^{12}) t^2; & z_1^e &= (S^1 \vee S^2 \vee S^7 \vee S^{10} \vee S^{11} \vee S^{12}) t^3 \vee \\ &\vee (S^3 \vee S^4 \vee S^9 \vee S^{10}) (t^4 \vee t^5) x_9^h \vee S^8 (t^4 \vee t^5); & z_1^c &= (S^3 \vee \\ &\vee S^4 \vee S^5 \vee S^6) t^3; & z_1^o &= (S^8 \vee S^9) t^3; & z_1^h &= (S^3 \vee S^4 \vee S^9 \vee \\ &\vee S^{10}) (t^4 \vee t^5) x_9^c; & z_1^r &= (S^9 \vee S^{10} \vee S^{11}) t^2 \vee (S^1 \vee S^2 \vee \\ &\vee S^5 \vee S^6 \vee S^7 \vee S^{11} \vee S^{12}) (t^4 \vee t^5); & z_2^m &= \beta_1 t^1; \end{aligned}$$

$$z_2^{\text{III}} = \beta_1 t^2; z_2^{\text{M}} = \beta_1 t^3; z_2^{\text{H}} = \beta_2 (t^4 \vee t^5);$$

$$z_2^{\text{T}} = (S^2 \vee S^{11} \vee S^{12}) (t^4 \vee t^5); z_3^{\text{H}} = \beta_2 t^4;$$

$$z_3^{\text{I}} = \beta_1 (t^1 \vee t^2 \vee t^3 \vee t^5) \vee (S^2 \vee S^{11} \vee S^{12}) t^4, \quad (4)$$

где $\beta_1 = (S^1 \vee S^2 \vee \dots \vee S^{12})$; $\beta_2 = (S^1 \vee S^3 \vee S^4 \vee \dots \vee S^{10})$.

Перейдем к построению математической модели словоизменения причастий. За каждой буквой окончания фиксируется определенная позиция, что отражает табл. 2.

Таблица 2

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
w_1	е	о	е	о	и	ы	и	ы	и	ы	и	ы	е	о	е	о	е	о	е	о	а	у	ы	ц	а	о	ы	
w_2	г	г	м	м	й	й	м	м	е	е	х	х	м	м	й	й	ю	ю	е	е	я	ю	м	м				
w_3	о	о	у	у			и	и																				

Влияние текста формализуется функцией $t' = \eta(x_4, x_7, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15})$, которая имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} t^6 &= x_4^{\text{II}} (x_{12}^{\text{H}} \vee x_{12}^{\text{B}} x_{15}^{\text{H}}) x_{13}^{\text{e}} x_{14}^{\text{M}}; t^7 = x_4^{\text{II}} x_{13}^{\text{e}} [(x_{12}^{\text{P}} \vee x_{12}^{\text{B}} x_{15}^{\text{O}}) x_{14}^{\text{M}} \vee x_{12}^{\text{P}} x_{14}^{\text{C}}]; \\ t^8 &= x_4^{\text{II}} x_{12}^{\text{P}} x_{13}^{\text{e}} (x_{14}^{\text{M}} \vee x_{14}^{\text{C}}); t^9 = x_4^{\text{II}} [x_{12}^{\text{T}} (x_{14}^{\text{M}} \vee x_{14}^{\text{C}}) x_{13}^{\text{e}} \vee x_{12}^{\text{P}} x_{13}^{\text{M}}]; \\ t^{10} &= x_4^{\text{II}} x_{12}^{\text{P}} x_{13}^{\text{e}} (x_{14}^{\text{M}} \vee x_{14}^{\text{C}}); t^{11} = x_4^{\text{II}} x_{12}^{\text{P}} x_{13}^{\text{e}} x_{14}^{\text{Ж}}; t^{12} = x_4^{\text{II}} (x_{12}^{\text{P}} \vee x_{12}^{\text{I}} \vee x_{12}^{\text{II}} \vee x_{12}^{\text{T}} x_{13}^{\text{C}}) x_{13}^{\text{e}} x_{14}^{\text{Ж}}; t^{13} = x_4^{\text{II}} x_{12}^{\text{B}} x_{13}^{\text{e}} x_{14}^{\text{Ж}}; t^{14} = x_4^{\text{II}} x_8^{\text{a}} x_{12}^{\text{P}} x_{13}^{\text{e}} x_{14}^{\text{Ж}}; \\ t^{15} &= x_4^{\text{II}} (x_{12}^{\text{I}} \vee x_{12}^{\text{B}}) x_{13}^{\text{e}} x_{14}^{\text{C}}; t^{16} = x_4^{\text{II}} (x_{12}^{\text{I}} \vee x_{12}^{\text{B}} x_{15}^{\text{H}}) x_{13}^{\text{M}}; \\ t^{17} &= x_4^{\text{II}} (x_{12}^{\text{P}} \vee x_{12}^{\text{B}} x_{15}^{\text{O}} \vee x_{12}^{\text{II}}) x_{13}^{\text{M}}; t^{18} = x_4^{\text{II}} x_{12}^{\text{T}} x_{13}^{\text{M}}; t^{19} = x_4^{\text{K}} x_{13}^{\text{e}} x_{14}^{\text{M}}; \\ t^{20} &= x_4^{\text{K}} x_{13}^{\text{e}} x_{14}^{\text{Ж}}; t^{21} = x_4^{\text{K}} x_{13}^{\text{e}} x_{14}^{\text{C}}; t^{22} = x_4^{\text{K}} x_{13}^{\text{M}}. \end{aligned} \quad (5)$$

Основа влияет на окончание только последней буквой (исключая знак пробела) формообразующего суффикса, поэтому для описания этого влияния достаточно использовать следующие выражения $p_1 = x_{10}^{\text{M}} \vee x_{10}^{\text{H}} \vee x_{10}^{\text{T}}; p_3 = x_{10}^{\text{III}} \vee x_{10}^{\text{III}}$. Здесь признак соответствует последней согласной формообразующего суффикса.

Опишем условия появления букв окончаний, т. е. функцию $Y = f(x_4, x_7, x_{10}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15})$:

$$\begin{aligned} Y_1^{\text{e}} &= (t^7 \vee t^8 \vee t^{10} \vee t^{12} \vee t^{14} \vee t^{15}) p_3; y_1^{\text{H}} = p_3 (t^6 \vee t^9 \vee t^{16} \vee t^{17} \vee t^{18}); y_1^{\text{B}} = p_1 (t^6 \vee t^9 \vee t^{16} \vee t^{17} \vee t^{18}); y_1^{\text{O}} = p_1 (t^7 \vee t^8 \vee t^{10} \vee t^{12} \vee t^{14} \vee t^{15}); y_1^{\text{a}} = (p_1 \vee p_3) t^{11} \vee t^{20}; y_1^{\text{y}} = (p_1 \vee p_3) t^{13}; y_1^{\text{M}} = t^{22}; y_1^{\text{I}} = t^{19}; y_2^{\text{H}} = t^6 \vee t^{12}; y_2^{\text{r}} = t^7; y_2^{\text{M}} = t^8 \vee \end{aligned}$$

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

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 $x_1^a, x_3^a, x_4^a, x_5^1, x_6^1, x_7^e, x_9^y, x_{11}^a, x_{12}^p, x_{13}^e, x_{14}^ж$. 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-Кушнаренок, М. Ф. Бондаренко, В. М. Бондарев, З. Ю. Шабанова-Кушнаренок.—Проблемы бионики, 1980, вып. 24. с. 22—27.

Поступила в редколлегию 02.03.81.