

ОБЩАЯ МОДЕЛЬ СЛОВОИЗМЕНЕНИЯ ИМЕН ПРИЛАГАТЕЛЬНЫХ РУССКОГО ЯЗЫКА

Описывается разработанная общая модель словоизменения имен прилагательных русского языка. При построении математической модели использовались методы моделирования мозгоподобных структур. Визуально разработанная модель представляется в виде реляционной сети. Строится модель с использованием аппарата алгебры конечных предикатов.

1. Введение

На протяжении многих лет предпринимались попытки автоматизации процесса анализа естественного языка. В частности, на примере русского языка с помощью аппарата алгебры конечных предикатов [1-3] были построены модели склонения имен прилагательных. Отдельно модели склонения полных непряжательных и притяжательных имен прилагательных, полная модель склонения непряжательных имен прилагательных представлены в звуковой форме [4-8].

Осуществим следующий шаг к процессу автоматизации, а именно, построим общую модель словоизменения прилагательных русского языка, объединяющую полные, устные и краткие модели имен прилагательных.

2. Общая модель словоизменения имен прилагательных русского языка

Для построения общей модели словоизменения необходимо представить предметные переменные.

Для полной модели склонения непряжательных имен прилагательных и для устной модели склонения полных непряжательных имен прилагательных x_1 – род формы слова со значениями М – мужской, Ж – женский, С – средний; x_2 – число формы слова со значениями Е – единственное, М – множественное; x_3 – падеж формы слова со значениями И – именительный, Р – родительный, Д – дательный, В – винительный, Т – творительный, П – предложный; x_4 – признак одушевленности формы слова со значениями О – одушевленный, Н – неодушевленный; x_5 – признак современности формы слова со значениями С – современный, А – архаичный; r – номер влияния контекста, s – тип склонения слова; y_1 – последняя буква основы слова, y_2 – признак ударности слова, y_3 – признак смягчения слова, z – окончание формы слова, где $z_{\text{л}}$ – левая часть окончания, $z_{\text{п}}$ – правая часть окончания. Левая часть окончания состоит из первой буквы окончания. Правая часть состоит из двух компонентов – второй и третьей букв окончания.

Для модели кратких имен прилагательных: x_2 – род формы слова со значениями М – мужской, Ж – женский, С – средний; x_1 – число формы слова со значениями Ед. – единственное, Мн. – множественное; p – номер ячейки таблицы; z_k – окончание формы слова кратких имен прилагательных: *,ь,о,е,а,я,ы,и,ё'; $z_{\text{ок}}$ – признак ударности окончания; y – главная буква основы; y_k – двойное ударение [9].

Продemonстрируем предметные переменные разработанных отдельно полной модели склонения непряжательных имен прилагательных, которая содержит $P_1 - P_{17}$ отношений; полной модели непряжательных имен прилагательных, представленных в звуковой форме, которая содержит $P_1 - P_{11}$ отношений; краткой модели прилагательных русского языка, у которой существует $P_1 - P_6$ отношений. Остановимся на разработке общей модели словоизменения прилагательных русского языка и формализуем ее.

На первом этапе связываются переменная r с переменными x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 :

$$\begin{aligned}
 P_1(x_1, r) &= x_1^M (r^1 \vee r^4 \vee r^5) \vee (x_1^M \vee x_1^C) (r^2 \vee r^3 \vee r^6 \vee r^7) \vee x_1^K (r^8 \vee r^9 \vee r^{10} \vee r^{11} \vee r^{12}) \vee x_1^C r^{13} \vee \\
 &\vee (x_1^M \vee x_1^K \vee x_1^C) (r^{14} \vee r^{15} \vee r^{16} \vee r^{17} \vee r^{18} \vee r^{19}), \\
 P_2(x_2, r) &= x_2^E (r^1 \vee r^2 \vee r^3 \vee r^4 \vee r^5 \vee r^6 \vee r^7 \vee r^8 \vee r^9 \vee r^{10} \vee r^{11} \vee r^{12} \vee r^{13}) \vee x_2^M (r^{14} \vee r^{15} \vee r^{16} \vee r^{17} \vee r^{18} \vee r^{19}) \\
 P_3(x_3, r) &= x_3^H (r^1 \vee r^8 \vee r^{14}) \vee x_3^P r^2 \vee x_3^L (r^3 \vee r^{16}) \vee x_3^B (r^4 \vee \\
 &\vee r^5 \vee r^{10} \vee r^{17} \vee r^{18}) \vee x_3^T (r^6 \vee r^7 \vee r^{11} \vee r^{12} \vee r^{19}) \vee (x_3^P \vee x_3^L \vee x_3^B) r^9 \vee (x_3^H \vee x_3^B) r^{13} \vee (x_3^P \vee x_3^B) r^{15}, \\
 P_4(x_4, r) &= x_4^H (r^4 \vee r^{17}) \vee x_4^O (r^5 \vee r^{18}) \vee (x_4^H \vee x_4^O) (r^1 \vee r^2 \vee r^3 \vee r^6 \vee r^7 \vee r^8 \vee r^9 \vee \\
 &\vee r^{10} \vee r^{11} \vee r^{12} \vee r^{13} \vee r^{14} \vee r^{15} \vee r^{16} \vee r^{19}), \\
 P_5(x_5, r) &= x_5^C r^{11} \vee x_5^A r^{12} \vee (x_5^C \vee x_5^A) (r^1 \vee r^2 \vee r^3 \vee r^4 \vee r^5 \vee r^6 \vee r^7 \vee r^8 \vee r^9 \vee \\
 &\vee r^{10} \vee r^{13} \vee r^{14} \vee r^{15} \vee r^{16} \vee r^{17} \vee r^{18} \vee r^{19}).
 \end{aligned}$$

Затем определяется зависимость левой части окончания z_π от номера влияния контекста r , которая имеет вид:

$$\begin{aligned}
 P_6(z_\pi, r) &= (z_\pi^B \vee z_\pi^H \vee z_\pi^O \vee z_\pi^E) (r^1 \vee r^4) \vee (z_\pi^3 \vee z_\pi^e \vee z_\pi^o \vee z_\pi^{o'}) \vee z_\pi^E \vee \\
 &\vee (r^2 \vee r^3 \vee r^5 \vee r^7 \vee r^9 \vee r^{11} \vee r^{12} \vee r^{13}) \vee (z_\pi^B \vee z_\pi^H \vee z_\pi^{B'} \vee z_\pi^{H'}) (r^6 \vee r^{14} \vee r^{15} \vee r^{16} \vee r^{17} \vee r^{18} \vee r^{19}) \vee \\
 &\vee (z_\pi^A \vee z_\pi^H \vee z_\pi^{A'} \vee z_\pi^{H'}) r^8 \vee (z_\pi^Y \vee z_\pi^{Y'} \vee z_\pi^{Y''} \vee z_\pi^{Y'''}) r^{10}.
 \end{aligned}$$

Зависимость правой части окончания z_π от номера влияния контекста r имеет вид:

$$\begin{aligned}
 P_7(z_\pi, r) &= z_\pi^H (r^1 \vee r^4 \vee r^9 \vee r^{11}) \vee (z_\pi^{Bo} \vee z_\pi^{Go}) (r^2 \vee r^5) \vee z_\pi^{My} r^3 \vee \\
 &\vee z_\pi^M (r^6 \vee r^7 \vee r^{16}) \vee (z_\pi^{Hh} \vee z_\pi^A) r^8 \vee z_\pi^{Ho} (r^{10} \vee r^{12}) \vee z_\pi^{He} (r^{13} \vee r^{14} \vee r^{17}) \vee z_\pi^X (r^{15} \vee r^{18}) \vee z_\pi^{Mh} r^{19}.
 \end{aligned}$$

Далее P_8 и P_9 связывают окончание z с его левой z_π и правой z_π частями:

$$\begin{aligned}
 P_8(z_\pi, z) &= z_\pi^A z^{Aa} \vee z_\pi^{A'} z^{A'a} \vee z_\pi^H z^{Ha} \vee z_\pi^{H'} z^{H'a} \vee z_\pi^Y z^{Ya} \vee z_\pi^{Y'} z^{Y'a} \vee z_\pi^{Yo} z^{Yo'a} \vee \\
 &\vee z_\pi^O (z^{Oe} \vee z^{O'H} \vee z^{Om} \vee z^{O'Go} \vee z^{O'My} \vee z^{O'Yo}) \vee z_\pi^{O'} (z^{O'e} \vee z^{O'H'} \vee z^{O'm} \vee z^{O'Go'} \vee \\
 &\vee z^{O'My'} \vee z^{O'Yo'}) \vee z_\pi^E (z^{Ee} \vee z^{E'H} \vee z^{Em} \vee z^{E'Go} \vee z^{E'My} \vee z^{E'Yo}) \vee \\
 &\vee z_\pi^B (z^{BH} \vee z^{BM} \vee z^{Be} \vee z^{Bx} \vee z^{B'Mh}) \vee z_\pi^{B'} (z^{B'M} \vee z^{B'e} \vee z^{B'x} \vee z^{B'Mh'}) \vee \\
 &\vee z_\pi^H (z^{HH} \vee z^{HM} \vee z^{He} \vee z^{Hx} \vee z^{H'Mh}) \vee z_\pi^{H'} (z^{H'M} \vee z^{H'e} \vee z^{H'x} \vee z^{H'Mh'}). \\
 P_9(z_\pi, z) &= z_\pi^H (z^{Ha} \vee z^{A'a} \vee z^{Ha}) \vee z_\pi^{Ho} (z^{Yo} \vee z^{Y'a} \vee z^{Ho} \vee z^{Yo} \vee z^{O'a} \vee z^{Yo'}) \vee z_\pi^E (z^{Oe} \vee z^{O'e} \vee z^{Ee} \vee \\
 &\vee z^{He} \vee z^{H'e} \vee z^{He} \vee z^{H'e}) \vee z_\pi^H (z^{O'H} \vee z^{O'H'} \vee z^{E'H} \vee \\
 &\vee z^{H'H} \vee z^{H'H'}) \vee z_\pi^M (z^{Om} \vee z^{O'M} \vee z^{Em} \vee z^{B'M} \vee z^{HM} \vee \\
 &\vee z^{H'M}) \vee z_\pi^{Go} (z^{O'Go} \vee z^{O'Go'} \vee z^{E'Go} \vee z^{H'Go} \vee z^{O'My'} \vee z^{O'Yo'}) \vee z_\pi^X (z^{Bx} \vee z^{B'x} \vee z^{Hx} \vee z^{H'x}) \vee \\
 &\vee z_\pi^{Mh} (z^{H'Mh} \vee z^{H'Mh'} \vee z^{H'Mh} \vee z^{H'Mh'}).
 \end{aligned}$$

Затем разворачивается окончание z по буквам. Левая часть окончания в знак ударения и первую букву окончания. P_{10} связывает левую часть окончания z_π со знаком ударения z_0 :

$$P_{10}(z_\pi, z_0) = (z_\pi^B \vee z_\pi^H \vee z_\pi^O \vee z_\pi^E \vee z_\pi^A \vee z_\pi^Y \vee z_\pi^{B'} \vee z_\pi^{H'} \vee z_\pi^{O'} \vee z_\pi^{E'} \vee z_\pi^{A'} \vee z_\pi^{Y'}) z_0' .$$

Знак $*$ при переменной z_0 означает отсутствие знака ударения над первой буквой окончания. P_{11} связывает левую часть окончания z_π с первой буквой окончания z_1 :

$$P_{11}(z_\pi, z_1) = (z_\pi^B \vee z_\pi^{B'}) z_1^B \vee (z_\pi^H \vee z_\pi^{H'}) z_1^H \vee z_\pi^E z_1^E \vee z_\pi^{Yo} z_1^{Yo} \vee (z_\pi^Y \vee z_\pi^{Y'}) z_1^Y \vee (z_\pi^O \vee z_\pi^{O'}) z_1^O \vee z_\pi^A z_1^A \vee (z_\pi^A \vee z_\pi^{A'}) z_1^A .$$

P_{12} и P_{13} связывают правую часть окончания z_n со второй z_2 и третьей z_3 буквами окончания:

$$P_{12}(z_n, z_2) = z_n^a z_2^a \vee z_n^{io} z_2^{io} \vee z_n^e z_2^e \vee z_n^h z_2^h \vee z_n^{ro} z_2^r \vee z_n^x z_2^x \vee (z_n^M \vee z_n^{my} \vee z_n^{mn}) z_2^M.$$

$$P_{13}(z_n, z_3) = (z_n^a \vee z_n^{io} \vee z_n^e \vee z_n^h \vee z_n^x \vee z_n^M) z_3^* \vee z_n^{ro} z_3^o \vee z_n^{mn} z_3^h \vee z_n^{my} z_3^y.$$

Знак * при переменной z_3 означает отсутствие третьей буквы в окончании.

Левая часть окончания z_n связывается с типами склонения отношением P_{14} для полной модели склонения непряжательных имен прилагательных русского языка:

$$P_{14}(s, z_n) = s^1 (z_n^a \vee z_n^y \vee z_n^o \vee z_n^h) \vee s^2 (z_n^a \vee z_n^y \vee z_n^o \vee z_n^h) \vee \\ \vee s^3 (z_n^a \vee z_n^y \vee z_n^e \vee z_n^h) \vee s^4 (z_n^a \vee z_n^y \vee z_n^e \vee z_n^h) \vee s^5 (z_n^a \vee z_n^{io} \vee z_n^e \vee z_n^h) \vee \\ \vee s^6 (z_n^{a'} \vee z_n^{y'} \vee z_n^{o'} \vee z_n^{h'}) \vee s^7 (z_n^{a'} \vee z_n^{y'} \vee z_n^{o'} \vee z_n^{h'}).$$

Тип склонения s определяется последней буквой основы слова y_1 , признаком ударности слова y_2 и признаком смягчения слова y_3 .

Отношения P_{15} , P_{16} , P_{17} связывают предметные переменные y_1 , y_2 , y_3 соответственно и s , где отношение P_{16} соответствует устной модели склонения непряжательных имен прилагательных:

$$P_{15}(y_1, s) = (y_1^6 \vee y_1^b \vee y_1^l \vee y_1^r \vee y_1^m \vee y_1^n \vee y_1^t) (s^1 \vee s^6) \vee (y_1^h \vee y_1^p \vee y_1^c) (s^1 \vee s^5 \vee s^6) \vee \\ \vee (y_1^k \vee y_1^q \vee y_1^w \vee y_1^x) (s^4 \vee s^7) \vee y_1^n s^3 \vee (y_1^r \vee y_1^k \vee y_1^x) (s^2 \vee s^7).$$

$$P_{16}(y_2, s) = y_2^y (s^1 \vee s^2 \vee s^3 \vee s^4 \vee s^5) \vee s_2^b (s^6 \vee s^7 \vee s^8 \vee s^9 \vee s^{10})$$

$$P_{17}(y_3, s) = y_3^T (s^1 \vee s^3 \vee s^6 \vee s^7) \vee y_3^M (s^2 \vee s^4 \vee s^5)$$

Тип склонения для устной модели склонения непряжательных имен прилагательных в сравнении с полной моделью склонения непряжательных имен прилагательных имеет идентичное представление в виде отношения, но различное буквенное значение. Классы последних букв основы слова при полной модели склонения непряжательных имен прилагательных имеют 7 номеров типов склонения s , а при звуковой модели склонения полных непряжательных имен прилагательных – 10 номеров типов склонения соответственно. Связано это с тем, что в звуковой модели рассматривается последний звук основы, который имеет больше буквенных вариаций. Следовательно, имеем:

$$P_{18}(s_{\text{звук}}, z_n) = s^1 (z_n^h \vee z_n^o \vee z_n^a \vee z_n^y) \vee s^2 (z_n^h \vee z_n^3 \vee z_n^a \vee z_n^y) \vee \\ \vee (s^3 \vee s^4) (z_n^h \vee z_n^e \vee z_n^a \vee z_n^{io}) \vee s^5 (z_n^h \vee z_n^o \vee z_n^a \vee z_n^y) \vee (s^6 \vee s^8) (z_n^{h'} \vee z_n^{o'} \vee z_n^{a'} \vee z_n^{y'}) \vee \\ \vee s^7 (z_n^{h'} \vee z_n^{o'} \vee z_n^{a'} \vee z_n^{y'}) \vee (s^9 \vee s^{10}) (z_n^{h'} \vee z_n^e \vee z_n^{a'} \vee z_n^{io'}).$$

Отношения P_{19} , P_{20} , связывающие переменные y_1 , y_3 и номер типа склонения $S_{\text{звук}}$ имеют вид:

$$P_{19}(y_1, S_{\text{звук}}) = (y_1^6 \vee y_1^b \vee y_1^l \vee y_1^r \vee y_1^m \vee y_1^h \vee y_1^n \vee y_1^p \vee y_1^c \vee y_1^t \vee y_1^f) \wedge \\ \wedge (s^1 \vee s^3 \vee s^6 \vee s^9) \vee (y_1^q \vee y_1^w \vee y_1^h \vee y_1^x) (s^4 \vee s^{10}) \wedge (y_1^r \vee y_1^k \vee y_1^n \vee y_1^x) (s^5 \vee s^7) \vee (y_1^k \vee y_1^n \vee y_1^w) (s^2 \vee s^8)$$

$$P_{20}(y_3, S_{\text{звук}}) = y_3^T (s^1 \vee s^2 \vee s^6 \vee s^7 \vee s^8) \vee y_3^M (s^3 \vee s^4 \vee s^5 \vee s^9 \vee s^{10}).$$

Для общей модели словоизменения необходимо произвести перенумерацию отношений краткой модели словоизменения, состоящую из P_1 – P_6 отношений, для корректности вывода результатов. Таким образом, поскольку максимальное количество отношений на данном этапе разработки 20, продолжим нумерацию отношений так:

$P_1 = P_{21}$, $P_2 = P_{22}$, $P_3 = P_{23}$, $P_4 = P_{24}$, $P_5 = P_{25}$, $P_6 = P_{26}$. Получаем следующее:

$$P_{21}(x_1, p) = x_1^M p^1 \vee x_1^J p^2 \vee x_1^C p^3 \vee (x_1^M \vee x_1^J \vee x_1^C) p^4, P_{22}(x_2, p) = x_2^{En} (p^1 \vee p^2 \vee p^3) \vee x_2^{Mn} p^4.$$

$$P_{23}(p, z_k) y_k^* = p^1 (z_k^* \vee z_k^b) \vee p^2 (z_k^a \vee z_k^{\pi}) \vee p^3 (z_k^o \vee z_k^e \vee z_k^{e'}) \vee p^4 (z_k^{\text{M}} \vee z_k^{\text{H}})$$

$$P_{24}(y, z_k) = (y^e \vee y^o \vee y^a \vee y^{\pi} \vee y^y \vee y^{\text{H}}) (z_k^a \vee z_k^{\pi} \vee z_k^o \vee z_k^e \vee z_k^{e'} \vee z_k^b \vee z_k^{\text{M}} \vee z_k^{\text{H}}) \vee \\ \vee (y^e \vee y^o \vee y^a \vee y^{\pi} \vee y^y) (z_k^o) \vee (y^a \vee y^o) z_k^a.$$

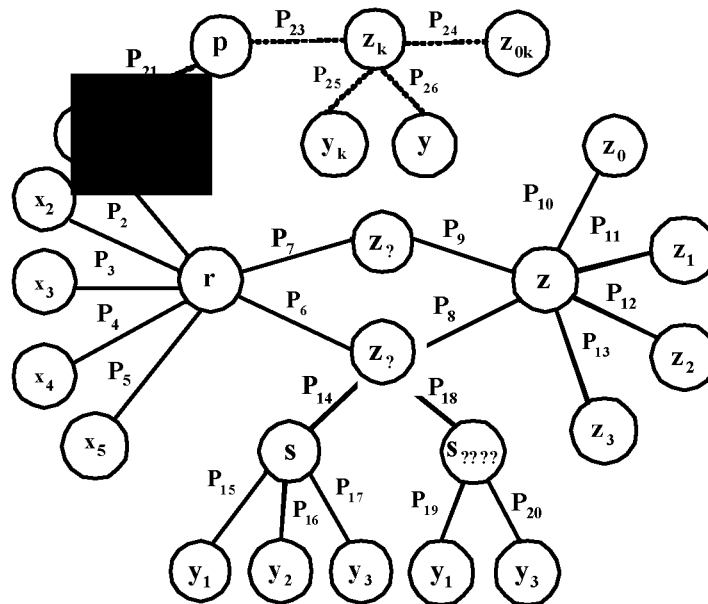
$$P_{25}(y_k, z_k) = y_k^{\text{OCH/OK}} (z_k^o \vee z_k^a \vee z_k^{\pi} \vee z_k^{\text{M}} \vee z_k^{\text{H}}) y_k^* (z_k^* \vee z_k^b \vee z_k^o \vee z_k^e \vee z_k^{e'} \vee z_k^a \vee z_k^{\pi} \vee z_k^{\text{M}} \vee z_k^{\text{H}})$$

$$P_{26}(z_k, z_{0k}) = z_{0k}^* (z_k^* \vee z_k^b \vee z_k^o \vee z_k^e \vee z_k^a \vee z_k^{\pi} \vee z_k^{\text{M}} \vee z_k^{\text{H}}) \vee z_{0k}' (z_k^{e'})$$

Построена общая математическая модель словоизменения имен прилагательных русского языка. Она характеризуется системой бинарных отношений P_1 - P_{26} , задаваемых формулами соответствующих предикатов. В результате получаем предикат модели вида:

$$P(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, p, r, s, s_{\text{звук}}, y_1, y_2, y_3, y_k, y, z_{\pi}, z_0, z_1, z_2, z_3, z_k, z_{0k}) = \\ = P_1(x_1, r) \wedge P_2(x_2, r) \wedge P_3(x_3, r) \wedge P_4(x_4, r) \wedge P_5(x_5, r) \wedge P_6(z_{\pi}, r) \wedge \\ \wedge P_7(z_{\pi}, r) \wedge P_8(z_{\pi}, z) \wedge P_9(z_{\pi}, z) \wedge P_{10}(z_{\pi}, z_0) \wedge P_{11}(z_{\pi}, z_1) \wedge P_{12}(z_{\pi}, z_2) \wedge \\ \wedge P_{13}(z_{\pi}, z_3) \wedge P_{14}(s, z_{\pi}) \wedge P_{15}(y_1, s) \wedge P_{16}(y_2, s) \wedge P_{17}(y_3, s) \wedge P_{18}(z_{\pi}, s_{\text{звук}}) \wedge \\ \wedge P_{19}(y_1, s_{\text{звук}}) \wedge P_{20}(y_3, s_{\text{звук}}) \wedge P_{21}(x_1, p) \wedge P_{22}(x_2, p) \wedge P_{23}(z_k, p) \wedge P_{24}(z_k, z_0) \wedge P_{25}(z_k, y_k) \wedge P_{26}(z_k, y).$$

Предикату модели соответствует отношение модели r , которая связывает между собой предметные переменные. Отношение модели необходимо изобразить в виде логической реляционной сети. На рисунке представлена общая модель словоизменения имен прилагательных русского языка.



3. Выводы

Впервые предложена общая модель словоизменения прилагательных русского языка, в которую входят: полная модель склонения непряжательных имен прилагательных, модель склонения непряжательных имен прилагательных, представленная в звуковой форме, и модель кратких имен прилагательных русского языка для автоматизации процесса склонения полных непряжательных имен прилагательных и словоизменения для кратких имен прилагательных русского языка.

Практическое значение: позволяет решать конкретные практические задачи обработки текстов естественного языка (анализа, синтеза и нормализации) в области искусственного интеллекта.

Перспективы исследования: разработать модель кратких имен прилагательных в звуковой форме, что позволит расширить возможности процесса словоизменения модели.

Список литературы: 1. *Бондаренко М.Ф.* Теория интеллекта / М.Ф. Бондаренко, Ю.П. Шабанов-Кушнарченко // Теория интеллекта: Учебник. Х.: ООО «Компания СМИТ», 2006. 576 с. 2. *Бондаренко М.Ф.* Мозгоподобные структуры / М.Ф. Бондаренко, Ю.П. Шабанов-Кушнарченко // Мозгоподобные структуры: Справочное пособие. Том первый / Под ред. НАН Украины И.В. Сергиенко. К.: Наукова думка, 2011. 460 с. 3. *Бондаренко М.Ф.* Алгебра предикатов и предикатных операций / М.Ф. Бондаренко, З.В. Дударь, Н.Т. Процай, В.В. Черкашин, В.А. Чикина, Ю.П. Шабанов-Кушнарченко // Радиоэлектроника и информатика. 2000. № 4. С. 15–23. 4. *Мельникова Р.В.* Алгебраические модели морфологии и их применение в логических сетях. Дис. ... канд. техн. наук. Х.: ХНУРЭ, 2005. 152 с. 5. *Лецинский В.А.* Модели бинарных логических сетей и их применение в искусственном интеллекте. Дис. ... канд. техн. наук. Х.: ХНУРЭ, 2006. 157 с. 6. *Дударь З.В.* Математические модели флексивной обработки словоформ и их использование в системах автоматической обработки текста русского языка. Дис. ... канд. техн. наук. Х.: ХИРЭ, 1984. 215 с. 7. *Русакова Н.Е.* Моделирование мозгоподобных структур и их применение в искусственном интеллекте Дис. ... канд. техн. наук. Х.: ХНУРЭ, 2012. 157 с. 8. *Каменева И.В.* Анализ флексии письменной и устной моделей полных напорительных имен прилагательных русского языка / И. В. Каменева // Біоніка інтелекту. 2012. № 1. С. 35–40. 9. *Каменева І.В.* Побудова реляційної мережі коротких прикметників російської мови. / І.В Каменєва, А.С. Афанасьєв // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. 2012. № 5. С. 195–202.

Поступила в редколлегию 10.09.2012

Каменева Ирина Витальевна, аспирантка каф. ПИ ХНУРЭ. Научные интересы: искусственный интеллект, интеллектуальная обработка данных. Хобби: изучение иностранных языков. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 702-16-46, e-mail: irina.kamenieva@gmail.com.

Афанасьев Анатолий Сергеевич, студент каф. ПИ ХНУРЭ. Научные интересы: искусственный интеллект, программирование на языках C++, C#. Хобби: кулинария. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 702-16-46, e-mail: tolya.afanasev@gmail.com.
