References

1. Codd E. F., Codd S. B., Salley C. T. Providing OLAP. On-line Analytical Processing to User-Analists: An IT Mandate. CT Salley, EF Codd & Associates. 1993, Vol. 19.
2. Honorvar L., Campbell S., Showalter T. Use of online analytical processing (OLAP) in a rules based decision management system. United States Patent: US 2004/6430545 B1.
3. Nozhenkova L. F., Shaidurov V. V. *Informatsionnye tehnologii i vychislitelnye sistemy*. 2010, № 2, p. 15–27.
4. Qwaider W. Q. Apply On-Line Analytical Processing (OLAP) With Data Mining For Clinical Decision Support. International Journal of Managing Information Technology (IJMIT), vol. 4, no. 1, 2012, p. 25–37.
5. Tsois A., Karayannidis N., Sellis T. MAC: Conceptual data modeling for OLAP. Proc. of the International Workshop on DMDW, 2001, p. 28–55.
6. Shovkun A. V. *Nauchnaya sessiya MIFI-2003. Sbornik nauchnyh trudov*. vol. 2. Moscow, MIFI, 2003, p. 76–77.
7. Lee J., Mazzoleni P., Sairamesh J., Touma M. System and method for planning and generating queries for multi-dimensional analysis using domain models and data federation, 2008. United States Patent: US 2008/7337170 B2.
8. Priebe T., Pernul G. Ontology-based integration of OLAP and information retrieval. Database and Expert Systems Applications, 2003. Proceedings. 14th International Workshop on. IEEE, 2003, p. 610–614.
9. Korobko A. V., Penkova T. G. *Vestnik SibGAU*. 2010, № 4(30), p. 74–79.
10. Korobko A. V., Penkova T. G. *Informatizatsiya I svyaz*. 2011, № 3, p. 23–25.
11. Korobko A. V., Penkova T. G. *Vestnik SibGAU*. 2011, № 5(38), p. 49–55.
12. Penkova T. Korobko A. Method of constructing the integral OLAP-model based on formal concept analysis. Frontiers in Artificial Intelligence and Applications. IOS Press. 2012. vol. 243, p. 219–227, doi: 10.3233/978-1-61499-105-2-21
13. Wille R. Restructuring Lattice Theory: an approach based on hierarchies of concept. Reidel, Dordrecht-Boston, 1982, p. 445–470.
14. Ganter B., Wille R. Formal Concept Analysis: mathematical Foundations. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg New York, 1999.
15. Birkgof G. *Teoriya reshotok* (Lattice Theory). Moscow, Nauka, 1984, 568 p.
16. Ueno H., *Ishizuka M. Predstavlenie i ispolzovanie znaniy* (The presentation and use of knowledge). Moscow. Mir. 1989.

УДК 519.6

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИЙ РОСТА В КОНЕЧНЫХ ДВУПОРОЖДЕННЫХ ГРУППАХ ПЕРИОДА 5

А. С. Кузнецова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Россия, Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31. E-mail: alexakulch@rambler.ru

Пусть $B_0(2,5,k)$ – максимальная конечная двупорожденная бернсайдова группа периода 5 ступени нильпотентности k и $\{a_1, a_2\}$ – порождающие элементы данной группы. Ранее автором совместно с А. А. Кузнецовым были получены функции роста $B_0(2,5,k)$ относительно порождающего множества $\{a_1, a_1^{-1}a_2, a_2^{-1}\}$ при $k \le 5$. В настоящей работе создан компьютерный алгоритм, вычисляющий функцию роста и диаметр графа Кэли конечной p-группы, заданной порождающим множеством $\mathrm{A} = \{a_1, a_2\}$. На основе алгоритма получены функции роста групп $B_0(2,5,k)$ относительно A для $k \le 5$. Рассматриваемая задача помимо фундаментального значения, имеет также и приложения, например, при проектировании компьютерных вычислительных сетей. Сеть процессоров может быть представлена как неориентированный граф, в котором процессоры являются вершинами, а две вершины графа соединены ребром, если имеется прямое соединение между соответствующими процессорами. С одной стороны, желательно, чтобы между процессорами было как можно меньше соединений, а с другой, обмен данными между процессорами предпочтительно производить с наи-

меньшим числом посредников. Очевидно, эти два критерия противоречат друг другу. На теоретико-групповом языке диаметр графа вычислительной сети будет равен максимальной длине минимальных слов соответствующей графу группы.

Ключевые слова: функция роста, диаметр Кэли.

STUDY OF THE GROWTH FUNCTIONS IN TWO-GENERATOR GROUPS OF THE EXPONENT 5

A. S. Kuznetsova

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev
31 "Krasnoyarskiy Rabochiy" prosp., Krasnoyarsk, 660014, Russia. E-mail: alexakulch@rambler.ru

Let $B_0(2,5,k)$ be the largest finite two generated Burnside group of the exponent 5 of the nilpotency class k and $\{a_1,a_2\}$ be generators of this group. Earlier the author together with A.A. Kuznetsov obtained the growth functions of $B_0(2,5,k)$ with respect to the generating set $\{a_1,a_1^{-1}a_2,a_2^{-1}\}$ for $k \le 5$. In this work a computer algorithm that calculates the growth function and the Cayley diameter of the graph of a finite p-group, defined by the generating set $A = \{a_1,a_2\}$, is created. On the basis of the algorithm the growth functions of $B_0(2,5,k)$ with respect to the generating set A for $k \le 5$ is obtained. The considered task, besides for substantial significance, has applications as well. For example, a network of processors for parallel computation can be regarded as an undirected graph in which the vertices are the processors, and two vertices are joined with the edge if there is a direct connection between the two processors represented. The design of a large network is more feasible if the number of connections is small, but computations become more efficient if the short paths connect any two vertices (that is, the diameter of the graph should be as small as possible). Of course, these two requirements tend to conflict with each other. At the group-theoretic language the diameter of the graph of a computing network is equal to the maximum length of minimal words of the group graph.

Keywords: growth function, Cayley diameter.

Пусть $B_0(2,5,k)$ – максимальная конечная двупорожденная бернсайдова группа периода 5 ступени нильпотентности *k*. В данном классе групп наибольшей является группа $B_0(2,5,12)$, порядок которой равен 5^{34} [1]. Положим $\{a_1,a_2\}$ – порождающие элементы $B_0(2,5,k)$.

В [2] было начато исследование функций роста в группах $B_0(2,5,k)$. Относительно порождающего множества $\{a_1,a_1^{-1}a_2,a_2^{-1}\}$ вычислены указанные характеристики групп для $k \le 5$.

Настоящая работа является логичным продолжением [2]. В ней будут представлены результаты вычислений функций роста указанных групп для порождающего множества $A = \{a_1,a_2\}$ при $k \le 5$. Функция роста группы $B_0(2,5,6)$ относительно A получена К. А. Филипповым в работе [3].

Для вычисления функции роста и диаметра графа Кэли относительно A необходимо перечислить все элементы группы в формате минимальных слов [4]. Вычислив количество слов на каждой длине, можно будет получить функцию роста группы, а максимально возможная длина минимальных слов будет являться диаметром Кэли группы.

Отметим, что для случаев *k* = 2, 3, 4, 5 были использованы компьютерные вычисления, основанные на алгоритме из разд. 1.

Рассматриваемая задача помимо фундаментального значения, имеет также и приложения, например, при проектировании компьютерных вычислительных сетей [5]. Сеть процессоров может быть представлена как неориентированный граф, в котором процессоры являются вершинами, а две вершины графа соединены ребром, если имеется прямое соединение между соответствующими процессорами. С одной стороны, желательно, чтобы между процессорами было как можно меньше соединений, а с другой, обмен данными между процессорами предпочтительно производить с наименьшим числом посредников. Очевидно, эти два критерия противоречат друг другу. На теоретико-групповом языке диаметр графа вычислительной сети будет равен максимальной длине минимальных слов соответствующей графу группы.

Описание алгоритма вычисления функции роста группы. Пусть *p* – простое число, а *G* – конечная группа экспоненты *p*. Это значит, что $g^p = 1$ для всех $g \in G$. Положим $A = \{a_1,a_2\}$ – порождающие элементы *G*. На множестве A введем отношение порядка «$\prec$» (меньше): $a_1 \prec a_2$. Пусть *g* элемент из *G*. Тогда его можно представить в виде конечного произведения из порождающих, т. е. , $g = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \ldots \cdot \alpha_s$, где $\alpha_i \in A$, правую часть данного равенства мы будем называть словом и записывать $v = \alpha_1\alpha_2 \ldots \alpha_s$. Натуральное число *s* будем называть длиной слова *v*.

Функция $L(v)$ определена на множестве всех слов и равна длине слова v, т. е. $L(v)=s$ для слова v, указанного выше. Единица группы e будет представлена пустым словом, которое мы будем обозначать ε. По определению, длина пустого слова равна 0.

Определение отношения порядка на множестве слов. Будем говорить, что слово v меньше слова w и записывать это как $v \prec w$, если имеет место одно из следующих утверждений:

1. $L(v) < L(w)$;

2. Если $L(w) = L(v)$, тогда пусть $v = \alpha_1\alpha_2...\alpha_s$ и $w = \beta_1\beta_2...\beta_s$, $\alpha_1 = \beta_1$, $\alpha_2 = \beta_2$, $\alpha_{k-1} = \beta_{k-1}$, $\alpha_k \prec \beta_k$ для некоторого $1 \le k \le s$.

Определение минимального слова. Слово v будем называть минимальным в G относительно введенного порядка, если для любого другого слова w, удовлетворяющего условию $g_v = g_w$, будет выполняться $v \prec w$.

Так как G нильпотентна, то мы можем найти цепочку подгрупп G_i $(1 \le i \le n)$, обладающих следующими свойствами:

$$G = G_1 \supset G_2 \supset \ldots \supset G_n \supset G_{n+1} = e,$$

G_i нормальны в G, а факторы G_i / G_{i+1} имеют порядок p и лежат в центре G / G_{i+1}.

Пусть для $1 \le i \le n$ элемент $a_i \in G_i$, но $a_i \notin G_{i+1}$, тогда каждый элемент группы $g \in G$ может однозначным образом записан в виде

$$g = a_1^{\gamma_1} a_2^{\gamma_2} \ldots a_n^{\gamma_n}, 0 \le \gamma_i \le p. \qquad (1.1)$$

Такое представление элементов группы (pc-представление), можно получить при помощи алгоритма известного как p-quotient algorithm [6]. Он реализован в системах компьютерной алгебры GAP и Magma. Если A – порождающее множество группы G, то любой ее элемент, записанный в виде слова $a_1a_{2\ldots}a_s$, где $a_i \in$ A, можно преобразовать к виду (1):

$$a_1a_2 \ldots a_s \xrightarrow{pq} a_1^{\gamma_1} a_2^{\gamma_2} \ldots a_n^{\gamma_n}. \qquad (2)$$

Процедура (2) дает возможность решить проблему равенства слов в G. На ее основе мы можем перечислить элементы G в формате минимальных слов.

Обозначим через $K_s(G)$ множество всех минимальных слов группы G, не превосходящих по длине s. Множество $Q_s(G)$ – элементы $K_s(G)$, записанные в виде правой части (2). Пустое слово – единицу группы обозначим e.

Пусть $s_0 \in N$ – минимальное число, для которого выполняется $K_{s_0}(G) = K_{s_0+1}(G)$. В этом случае s_0 будет являться диаметром Кэли группы G. Опишем алгоритм, вычисляющий K_s:

1. $s = 0$, $K_0 = \{\varepsilon\}$, $Q_0 = \{e\}$, $T = K_0$.

2. $s = s+1$, $K_s = K_{s-1}$, $Q_s = Q_{s-1}$, $V = a_1T \cup a_2T$, $T = \varnothing$, $i = 1$.

3. Для $v_i \in V$ $v_i \xrightarrow{pq} w$. Если $w \notin Q_s$, то $K_s = K_s \cup v_i$, $Q_s = Q_s \cup w$, $T = T \cup v_i$.

4. Если $\begin{cases} i < |V|, \text{ то } i = i+1, \text{ переход в } 3; \\ i = |V|, \text{ то переход в } 5. \end{cases}$

5. Если $\begin{cases} T \ne \varnothing, \text{ то переход в пункт } 2; \\ T = \varnothing, \text{ то переход в пункт } 6. \end{cases}$

6. Диаметр G равен $s-1$, $K_{s-1}(G)$ – множество всех минимальных слов группы. Функция роста задается формулой $f(j) = |K_j(G)| - |K_{j-1}(G)|$ $(1 \le j \le s-1)$.

7. Завершение работы алгоритма.

Группа $B_0(2,5,1)$. Данная группа представляет собой элементарную абелеву группу, порядок которой равен 5^2. Нетрудно вычислить функцию роста данной группы и диаметр Кэли (см. табл. 1). Справедлива следующая

Теорема 1. Относительно порождающего множества A группа $B_0(2,5,1)$ имеет диаметр Кэли, равный 8, а функция роста задана табл. 1.

Доказательство. Очевидно.

Таблица 1

Функция роста группы $B_0(2,5,1)$

Длина	Кол-во слов	Длина	Кол-во слов	Длина	Кол-во слов
0	1	3	4	6	3
1	2	4	5	7	2
2	3	5	4	8	1
$\lvert B_0(2,5,1)\rvert = 5^2 = 25$					

Группа $B_0(2,5,2)$. Любой элемент группы $B_0(2,5,2)$ представим в виде нормального коммутаторного слова [1]:

$$g = a_1^{\gamma_1} a_2^{\gamma_2} a_3^{\gamma_3}, \ \gamma_i \in Z_5.$$

Для умножения элементов, будем использовать полиномы Холла, полученные в [7].

Пусть $a_1^{x_1}a_2^{x_2}a_3^{x_3}$ и $a_1^{y_1}a_2^{y_2}a_3^{y_3}$ – два произвольных элемента в группе $B_0(2,5,2)$, записанных в коммутаторном виде. Тогда их произведение равно $a_1^{x_1}a_2^{x_2}a_3^{x_3} \cdot a_1^{y_1}a_2^{y_2}a_3^{y_3} = a_1^{z_1}a_2^{z_2}a_3^{z_3}$, где $z_i \in Z_5$ и:

$z_1 = x_1 + y_1,$

$z_2 = x_2 + y_2,$

$z_3 = x_3 + y_3 + x_2y_1.$

Применив алгоритм из разд. 1, получим функцию роста рассматриваемой группы (табл. 2).

Имеет место

Теорема 2. *Относительно порождающего множества* A *группа* $B_0(2,5,2)$ *имеет диаметр Кэли, равный 10, а функция роста задана табл. 2.*

Доказательство. Следует из вычислений функции роста группы $B_0(2,5,2)$ по алгоритму из разд. 1.

Таблица 2

Функция роста группы $B_0(2,5,2)$

Длина	Кол-во слов	Длина	Кол-во слов	Длина	Кол-во слов	Длина	Кол-во слов
0	1	3	8	6	23	9	10
1	2	4	15	7	21	10	4
2	4	5	20	8	17		
$\lvert B_0(2,5,2)\rvert = 5^3 = 125$							

Таблица 3

Функция роста группы $B_0(2,5,3)$

Длина	Кол-во слов	Длина	Кол-во слов	Длина	Кол-во слов	Длина	Кол-во слов
0	1	6	56	12	487	18	12
1	2	7	100	13	438	19	4
2	4	8	166	14	343	20	2
3	8	9	262	15	222		
4	16	10	370	16	112		
5	30	11	455	17	34		
$\lvert B_0(2,5,3)\rvert = 5^5 = 3125$							

Группа $B_0(2,5,3)$. Каждый элемент группы $B_0(2,5,3)$ представим в виде нормального коммутаторного слова

$$g = a_1^{\gamma_1} a_2^{\gamma_2} a_3^{\gamma_3} a_4^{\gamma_4} a_5^{\gamma_5},\ \gamma_i \in Z_5.$$

Пусть $a_1^{x_1} a_2^{x_2} a_3^{x_3} a_4^{x_4} a_5^{x_5}$ и $a_1^{y_1} a_2^{y_2} a_3^{y_3} a_4^{y_4} a_5^{y_5}$ – два произвольных элемента в группе $B_0(2,5,3)$, записанных в коммутаторном виде. Тогда их произведение равно $a_1^{x_1} a_2^{x_2} a_3^{x_3} a_4^{x_4} a_5^{x_5} \cdot a_1^{y_1} a_2^{y_2} a_3^{y_3} a_4^{y_4} a_5^{y_5} = a_1^{z_1} a_2^{z_2} a_3^{z_3} a_4^{z_4} a_5^{z_5}$, где $z_i \in Z_5$ и:

$$z_1 = x_1 + y_1,$$

$$z_2 = x_2 + y_2,$$

$$z_3 = x_3 + y_3 + x_2 y_1,$$

$$z_4 = x_4 + y_4 + x_2 \binom{y_1}{2} + x_3 y_1,$$

$$z_5 = x_5 + y_5 + x_2 y_1 y_2 + \binom{x_2}{2} y_1 + x_3 y_2.$$

Здесь и далее $\binom{n}{r} = \frac{n!}{r!(n-r)!}$ – биномиальный коэффициент. Применив алгоритм из разд. 1, вычислим функцию роста группы $B_0(2,5,3)$ (табл. 3).

Справедлива следующая

Теорема 3. *Относительно порождающего множества* A *группа* $B_0(2,5,3)$ *имеет диаметр Кэли, равный 20, а функция роста задана таблицей 3.*

Доказательство. Следует из вычислений функции роста группы $B_0(2,5,3)$ по алгоритму из разд. 1.

Группа $B_0(2,5,4)$. Каждый элемент группы $B_0(2,5,4)$ представим в виде нормального коммутаторного слова

$$g = a_1^{\gamma_1} a_2^{\gamma_2} a_3^{\gamma_3} a_4^{\gamma_4} a_5^{\gamma_5} a_6^{\gamma_6} a_7^{\gamma_7} a_8^{\gamma_8},\ \gamma_i \in Z_5.$$

Пусть $a_1^{x_1} a_2^{x_2} a_3^{x_3} a_4^{x_4} a_5^{x_5} a_6^{x_6} a_7^{x_7} a_8^{x_8}$ и $a_1^{y_1} a_2^{y_2} a_3^{y_3} a_4^{y_4} a_5^{y_5} a_6^{y_6} a_7^{y_7} a_8^{y_8}$ – два произвольных элемента в группе $B_0(2,5,4)$, записанных в коммутаторном виде. Тогда их произведение равно $a_1^{x_1} a_2^{x_2} a_3^{x_3} a_4^{x_4} a_5^{x_5} a_6^{x_6} a_7^{x_7} a_8^{x_8} \cdot a_1^{y_1} a_2^{y_2} a_3^{y_3} a_4^{y_4} a_5^{y_5} a_6^{y_6} a_7^{y_7} a_8^{y_8} = a_1^{z_1} a_2^{z_2} a_3^{z_3} a_4^{z_4} a_5^{z_5} a_6^{z_6} a_7^{z_7} a_8^{z_8}$, где $z_i \in Z_5$ и:

$$z_1 = x_1 + y_1,$$

$$z_2 = x_2 + y_2,$$

$$z_3 = x_3 + y_3 + x_2 y_1,$$

$$z_4 = x_4 + y_4 + x_2 \binom{y_1}{2} + x_3 y_1,$$

$$z_5 = x_5 + y_5 + x_2 y_1 y_2 + \binom{x_2}{2} y_1 + x_3 y_2,$$

$$z_6 = x_6 + y_6 + x_2 \binom{y_1}{3} + x_3 \binom{y_1}{2} + x_4 y_1,$$

$$z_7 = x_7 + y_7 + \binom{x_2}{2}\binom{y_1}{2} + x_2 \binom{y_1}{2} y_2 + {}$$
$$+ x_3 y_1 y_2 + x_4 y_2 + x_5 y_1,$$

$$z_8 = x_8 + y_8 + \binom{x_2}{3} y_1 + \binom{x_2}{2} y_1 y_2 + {}$$
$$+ x_2 y_1 \binom{y_2}{2} + x_3 \binom{y_2}{2} + x_5 y_2.$$

Применив алгоритм из разд. 1, найдем функцию роста группы $B_0(2,5,4)$ (табл. 4).

Теорема 4. *Относительно порождающего множества* A *группа* $B_0(2,5,4)$ *имеет диаметр Кэли, равный 30, а функция роста задана таблицей 4.*

Доказательство. Следует из вычислений функции роста группы $B_0(2,5,4)$ по алгоритму из разд. 1.

Группа $\boldsymbol{B_0}(2,5,5)$. Аналогичным образом вычислим функцию роста группы $B_0(2,5,5)$ (табл. 5).

Справедлива следующая

Теорема 5. *В алфавите* A *группа* $B_0(2,5,5)$ *имеет диаметр Кэли, равный 32, а функция роста задана таблицей 5.*

Доказательство. Следует из вычислений функции роста группы $B_0(2,5,5)$ по алгоритму из разд. 1.

Группа $\boldsymbol{B_0}(2,5,6)$. К. А. Филиппов в работе [3] вычислил функцию роста группы $B_0(2,5,6)$ (табл. 6).

Таблица 4

Функция роста группы $\boldsymbol{B_0}(2,5,4)$

Длина	Кол-во слов	Длина	Кол-во слов	Длина	Кол-во слов	Длина	Кол-во слов
0	1	8	214	16	21923	24	18448
1	2	9	410	17	31600	25	8706
2	4	10	784	18	41954	26	3256
3	8	11	1487	19	50670	27	812
4	16	12	2735	20	54460	28	152
5	30	13	4905	21	51399	29	52
6	58	14	8529	22	42862	30	26
7	112	15	14118	23	30892		
$\lvert B_0(2,5,4)\rvert = 5^8 = 390625$							

Таблица 5

Функция роста группы $\boldsymbol{B_0}(2,5,5)$

Длина	Кол-во слов	Длина	Кол-во слов	Длина	Кол-во слов	Длина	Кол-во слов
0	1	9	410	18	126828	27	887095
1	2	10	784	19	229180	28	487974
2	4	11	1495	20	399742	29	179463
3	8	12	2845	21	658283	30	36089
4	16	13	5409	22	994274	31	3332
5	30	14	10271	23	1332692	32	116
6	58	15	19476	24	1533785		
7	112	16	36732	25	1497003		
8	214	17	68679	26	1253223		
$\lvert B_0(2,5,5)\rvert = 5^{10} = 9765625$							

Таблица 6

Функция роста группы $\boldsymbol{B_0}(2,5,6)$

Длина	Кол-во слов	Длина	Кол-во слов	Длина	Кол-во слов	Длина	Кол-во слов
0	1	12	2847	24	6055431	36	831332170
1	2	13	5417	25	11319139	37	618248452
2	4	14	10303	26	21039700	38	367604796
3	8	15	19602	27	38795471	39	151894200
4	16	16	37254	28	70686385	40	34898104
5	30	17	70751	29	126432849	41	3181218
6	58	18	134224	30	219647100	42	69158
7	112	19	254321	31	364201879	43	800
8	214	20	481252	32	561801464	44	316
9	410	21	909349	33	779044350	45	158
10	784	22	1714866	34	936055279		
11	1495	23	3226931	35	954336955		
$\lvert B_0(2,5,6)\rvert = 5^{14} = 6103515625$							

Библиографические ссылки

1. Havas G., Wall G., Wamsley J. The two generated Burnside group of exponent five // Bull. Austral. Math. Soc. 1974. № 10. P. 459–470.
2. Кузнецов А. А., Кузнецова А. С. Компьютерное моделирование конечных двупорожденных групп периода 5 // Вестник СибГАУ. 2012. № 1 (45). С. 59–62.
3. Филиппов К. А. О диаметре Кэли одной подгруппы группы $B_0(2,5)$ // Вестник СибГАУ. 2012. № 1 (41). С. 234–236.
4. Kuznetsov A. A., Shlepkin A. K. Comparative analysis of the Burnside groups $B(2,5)$ and $B_0(2,5)$ // Proceedings of the Steklov Institute of Mathematics. 2010. № 2 (15). P. 111–117.
5. Holt D., Eick B., O'Brien E. Handbook of computational group theory. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC Press. 2005. 514 p.
6. Sims C. Computation with Finitely Presented Groups. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. 628 p.
7. Кузнецов А. А., Кузнецова А. С. Быстрое умножение элементов в конечных двупорожденных группах периода пять // Прикладная дискретная математика. 2013. № 1 (18). С. 110–116.

References

1. Havas G., Wall G., Wamsley J. The two generated Burnside group of exponent five // Bull. Austral. Math. Soc., 1974, no. 10, p. 459–470.
2. Kuznetsov A. A., Kuznetsova A. S. *Vestnik SibGAU*, 2012, no. 1 (45), p. 59–62.
3. Philippov K. A. *Vestnik SibGAU*, 2012, no. 1 (41), p. 234–236.
4. Kuznetsov A. A., Shlepkin A. K. Comparative analysis of the Burnside groups $B(2,5)$ and $B_0(2,5)$. Proceedings of the Steklov Institute of Mathematics, 2010. no. 2 (15), p. 111–117.
5. Holt D., Eick B., O'Brien E. Handbook of computational group theory. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC Press, 2005, 514 p.
6. Sims C. Computation with Finitely Presented Groups. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. 628 p.
7. Kuznetsov A. A., Kuznetsova A. S. *Prikl. Diskr. Mat.*, 2013, no. 1 (18), p. 110–116.

УДК 004.9

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ГЕНЕРАЦИИ СИНОНИМИЧНЫХ ПОИСКОВЫХ ЗАПРОСОВ НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ*

Д. В. Личаргин[1], К. В. Сафонов[2], О. И. Егорушкин[2], И. В. Колбасина[2], Е. Д. Старовойт[2]

[1]Сибирский федеральный университет
Россия, 660074, Красноярск, ул. Академика Киренского, 26
[2]Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Россия, 660014, Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: lichdv@hotmail.ru

В работе рассматривается проблема усовершенствования семантических естественно-языковых запросов к поисковым системам. Предлагается модель представления предложений естественного языка в качестве функций пространства с заданными семантизированными координатами. Предложен способ представления процесса порождения синонимичных предложений естественного языка на основе «таблиц синонимизации», модель может позволить порождать классы синонимических предложений на основе базовых предложений из многомерного пространства предложений естественного языка. Затрагивается вопрос об организации интерфейса расширенных синонимизированных семантических запросов к поисковым системам на основе иерархии общих и частных предложений с выделением темы и ремы. Делается вывод о необходимости продолжения данного исследования на основе апробации систем генерации осмысленных предложений.

Ключевые слова. Поисковые системы, компьютерная лингвистика, семантическая классификация, синонимичные запросы к поисковым системам».

*Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение 14.B37.21.1010.