10 *Turmetov B.Kh.* On a boundary problem for a harmonic equation // Differential Equations. — 1996. — Vol. 32. — № 8. — P. 1089–1092.

11 *Turmetov B.Kh.* On Smoothness of a Solution to a Boundary Value Problem with Fractional Order Boundary Operator // Siberian Advances in Mathematics. Allerton Press. — 2005. — Vol. 15. — № 2. — P. 115–125.

Б.Т.Төребек, Б.Қ.Тұрметов

Лаплас теңдеуі үшін шекаралық шартында Риман-Лиувилль операторы қатысқан кейбір кері есептердің шешілімділігінің мәселелері

Мақалада бірлік дөңгелекте берілген Лаплас теңдеуі үшін шекаралық шартында бүтін емес ретті оператор қатысқан бірінші және екінші түрдегі кейбір кері шеттік есептердің шешілімділігінің мәселелері зерттелді. Шекаралық оператор ретінде α-ретті Риман-Лиувилль мағынасындағы дифференциалдау операторы қарастырылды. Есептердің шешімінің бар болуы және жалғыздығы туралы теоремалар дәлелденді. Шешімнің нақты интегралдық формасы алынды.

B.T.Torebek, B.Kh.Turmetov

On the solvability of some inverse problems for the Laplace equation with the boundary operator in the Riemann-Liouville

In this paper we investigate the solvability of some inverse boundary value problems of first and second order for the Laplace equation in the unit disk with the boundary operator of noninteger order. As a boundary operators the fractional differentiation of order in the Riemann-Liouville are considered. The theorems on the existence and uniqueness of these problems are proved. An explicit solution of the integral form is obtained.

УДК 512.54 + 510.5

Р.К.Тюлюбергенев, М.К.Нуризинов

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д.С.Серикбаева, Усть-Каменогорск
(E-mail: marat.nurizinov@gmail.com)

О вычислимых подгруппах группы почти тождественных подстановок

В статье исследованы вопросы вычислимости подгрупп группы всех почти тождественных подстановок натуральных чисел. Доказано, что существует конструктивная нумерация этой группы, относительно которой вопросы о сопряженности двух подстановок и извлечений корней решается эффективно, а также найдены необходимые и достаточные условия конструктивизируемости ее абелевых и нильпотентных подгрупп.

Ключевые слова: конструктивная группа, почти тождественная подстановка, сопряженность, нильпотентная подгруппа.

Изучение конструктивных групп начато в работе А.И.Мальцева «О рекурсивных абелевых группах» [1], где он описал все конструктивизируемые абелевы группы без кручения ранга 1 и поставил общую задачу: определить, какие конструктивные нумерации допускают те или иные абстрактно заданные группы. Основными проблемами здесь являются проблемы существования, единственности и продолжения конструктивизации для тех или иных классов групп. Этим вопросам посвящены работы А.И.Мальцева, Ю.Л.Ершова, С.С.Гончарова, А.С.Морозова, В.П.Добрицы, А.Т.Нуртазина, Н.Г.Хисамиева, И.В.Латкина, Р.Доуни, Дж. Найта и других авторов.

В теории групп исследование проблемы сопряженности элементов имеет важное значение. Например, решение вопроса о сопряженности матриц находит многочисленные приложения в разных областях науки и техники.

В данной работе исследованы вопросы вычислимости подгрупп группы всех почти тождественных подстановок натуральных чисел.

Мы придерживаемся обозначений и терминологии по теории конструктивных моделей [2], по теории групп [3]. Напомним лишь некоторые определения.

Пусть G — группа. Отображение $\nu : \omega \to G$ множества всех натуральных чисел на G называется нумерацией группы G. Если существует алгоритм, который по любым двум натуральным числам n и m определяет, равны или нет элементы νn и νm, а также находит такое число s, что равенство $\nu n \cdot \nu m = \nu s$ справедливо в G, то пара (G,ν) называется конструктивной группой.

Пусть $S_{<\omega}$ — группа всех почти тождественных подстановок множества натуральных чисел, т.е. для любого элемента $a \in S_{<\omega}$ множество $\{n \mid a(n) \neq n\}$ конечно. Говорят, что элемент a сопряжен с элементом b посредством элемента x, если $a = x^{-1}bx$, но чаще используют степенные обозначения: $x^{-1}bx = b^x$.

Теорема 1. *Существует такая нумерация* $\gamma : \omega \to S_{<\omega}$, *что* $(S_{<\omega}, \gamma)$ *— конструктивная группа и по любым натуральным числам* n, m *и* s *эффективно можно проверить:*

а) сопряжены ли элементы γn *и* γm;

б) извлекается ли из элемента γn *корень* s*-ой степени.*

Доказательство. Для полноты приведем стандартную нумерацию конечных последовательностей натуральных чисел. Последовательности чисел будем располагать в строки, а именно в первой строке элементы, состоящие из одного числа, во второй — из двух, в третьей — из трех и т.д. При этом последовательности строки упорядочиваем лексикографически. Например, помещаем в начале строки пару чисел, сумма которых равна 0, т.е. $\langle 0,0\rangle$, затем пары чисел, сумма которых равна 1, т.е. $\langle 0,1\rangle$, $\langle 1,0\rangle$, и т.д. Аналогично упорядочиваем и остальные последовательности, т.е. получим следующую таблицу:

$$\begin{array}{lllllll}
\langle 0\rangle, & \langle 1\rangle, & \langle 2\rangle, & \langle 3\rangle, & \langle 4\rangle, & \langle 5\rangle, & \ldots \\
\langle 0,0\rangle, & \langle 0,1\rangle, & \langle 1,0\rangle, & \langle 0,2\rangle, & \langle 1,1\rangle, & \langle 2,0\rangle, & \ldots \\
\langle 0,0,0\rangle, & \langle 0,0,1\rangle, & \langle 0,1,0\rangle, & \langle 1,0,0\rangle, & \langle 0,0,2\rangle, & \langle 0,1,1\rangle, & \ldots \\
\langle 0,0,0,0\rangle, & \langle 0,0,0,1\rangle, & \langle 0,0,1,0\rangle, & \langle 0,1,0,0\rangle, & \langle 1,0,0,0\rangle, & \langle 0,0,0,2\rangle, & \ldots \\
\ldots & & & & & &
\end{array}$$

Теперь определим нумерацию μ всех конечных последовательностей чисел следующим образом: $\langle 0\rangle \rightleftharpoons 0$, $\langle 1\rangle \rightleftharpoons 1$, $\langle 0,0\rangle \rightleftharpoons 2$, $\langle 2\rangle \rightleftharpoons 3$, $\langle 0,1\rangle \rightleftharpoons 4$, $\langle 0,0,0\rangle \rightleftharpoons 5$, $\langle 3\rangle \rightleftharpoons 6$ и т.д.

По нумерации μ построим нумерацию ν множества всех конечных подстановок. Запускаем алгоритм, и как только встречается последовательность вида $(\alpha_0, \alpha_1, ..., \alpha_{k-1})$, где α_i неравно α_j, присваиваем ей очередной номер.

Определим нумерацию γ группы $S_{<\omega}$ следующим образом. Пусть $\nu n \in S_m$, тогда $\gamma n(i) = \nu n(i)$, где $i < m$ и $\gamma n(i) = i$, если $i \geq m$. Последовательность чисел $(\alpha_0, \alpha_1, ..., \alpha_{k-1})$ определяется эффективно по номеру элемента γn и наоборот. Тогда легко проверить, что пара $(S_{<\omega}, \gamma)$ относительно введенной нумерации будет конструктивной группой. Докажем, что по любым n и m эффективно решается вопрос о сопряженности γn и γm. Для этого воспользуемся следующим принципом. Пусть γn и γm — такие подстановки, что $\gamma n(i) = i$ для всех $i \geq k$ и $\gamma m(i) = i$ для всех $i \geq l$, т.е. можно считать, что $\gamma n \in S_k$, а $\gamma m \in S_l$. Допустим $l \geq k$, тогда воспользуемся следующим критерием: две подстановки γn и γm из S_l будут сопряжены, если и только если они в разложениях на независимые циклы имеют одинаковое число циклов каждой длины, включая и одноэлементные циклы [3]. Так как существует алгоритм разложения подстановки на циклы, то вопрос о сопряженности указанных элементов определяется эффективно по их номерам n и m.

Для доказательства второго пункта теоремы 1 нам понадобится следующее.

Пусть $a \in S_{<\omega}$ и t_a — такое наименьшее число, что $a(t_a - 1) \neq t_a - 1,$ а для любого $n \geq t_a$ $a(n) = n.$ Тогда будем говорить, что $a \in S_{t_a}$.

Лемма 1. *Пусть дана подстановка* $\alpha = (1\ 2\ ...\ m)$ и $s < m$. *Тогда для любого* $i \leq m$ *справедливо*

$$\alpha^s(i) = \begin{cases} i+s, & \text{если } i+s \leq m, \\ rest(i+s,\ m), & \text{если } i+s > m. \end{cases}$$

Доказательство. Доказательство проведем индукцией по s. При $s = 1$ лемма 1 очевидна. Перейдем от s к $s+1$. Так как $(1\ 2\ ...\ m)^{s+1} = (1\ 2\ ...\ m)^s (1\ 2\ ...\ m),$ то

$$\alpha^{s+1}(i) = \begin{cases} \alpha^s(i)+1, & \text{если } i+s < m; \\ 1, & \text{если } i+s = m. \end{cases} \tag{1}$$

Пусть $i+s+1 \leq m,$ тогда $i+s < m.$ По индукционному предположению $\alpha^s(i) = i+s,$ тогда в силу (1) получим $\alpha^{s+1}(i) = i+s+1.$

Пусть $i+s+1 > m,$ тогда $i+s \geq m$ всегда выполняется. Возможны следующие случаи:

а) $i+s = m.$ По индукционному предположению $\alpha^s(i) = i+s = m,$ тогда в силу (1) получим

$$\alpha^{s+1}(i) = \alpha^s(i)+1 = 1;$$

б) $i+s > m.$ То $i+s+1 > m$ и $\alpha^s(i) = rest(i+s, m) = r.$ Тогда $i+s = m+r.$ Докажем, что $r < m-1.$ Допустим противное: $r = m-1,$ тогда $i+s = m + rest(i+s, m) = 2m-1$ или $i+s+1 = 2m.$ Получили противоречие. Отсюда $r < m-1.$ Следовательно, $\alpha^s(i) = r$ и $\alpha^{s+1}(i) = r+1,$ где $r+1 < m.$ Лемма доказана.

Замечание 1. Так как при $s > m$ верно $\alpha^s = \alpha^r$, где r — остаток от деления s на $m,$ то лемма 1 позволяет вычислять $\alpha^s(i)$ при любом $s.$

Лемма 2. *Из любой подстановки* $a \in S_{<\omega}$ *извлекается корень n-ой степени тогда и только тогда, когда из* a *извлекается корень в* S_{t_a}.

Доказательство. Допустим из подстановки $a \in S_{<\omega}$ извлекается корень n-ой степени. Пусть $a = b^n$ и $b = \beta_1 \beta_2 ... \beta_k$ — разложение b на независимые циклы. Если найдется такой цикл β_i длины $l,$ который содержит число $k \geq t_a$, то возведем β_i в степень $n.$ Рассмотрим следующие три случая:

а) $n < l.$ По лемме 1, β_i^n содержит число $k,$ значит, и b^n содержит число $k,$ а это противоречит тому, что $a = b^n$;

б) $n = lt,$ где $t = 1, 2, ...$ По лемме 1, $\beta_i^n = e.$ Тогда данный цикл можно просто исключить из подстановки $b.$ Поэтому можно считать, что $b \in S_{t_a}$;

в) $n = lq + r,$ $0 < r < l.$ Тогда, по лемме 1, имеем $\beta_i^n = \beta_i^{lq} \beta_i^r = \beta_i^r$ и согласно а) β_i^r содержит $k,$ а потому $b^n \neq a.$

Таким образом, доказана необходимость. В обратную сторону лемма очевидна. Следовательно, все циклы принадлежат S_{t_a}, т.е. $b \in S_{t_a}$. Лемма доказана.

Закончим доказательство теоремы. Пусть дана подстановка $\gamma n.$ По n эффективно определяется число m такое, что $\gamma n \in S_m$. По лемме 2 из γn извлекается корень s-ой степени в $S_{<\omega}$ тогда и только тогда, когда существует корень s-ой степени из γn в S_m. Последнее решается эффективно. Теорема доказана.

Определение. Число n называется p-высотой элемента g в группе G и обозначается $h_p(g)=n,$ где p — простое число, если уравнение $g=x^{p^n}$ разрешимо в $G,$ а $g=x^{p^{n+1}}$ — нет. Если уравнение $x^{p^n}=g$ разрешимо в G для любого $n,$ то говорят, что n имеет бесконечную высоту.

Следствие 1. *Любой элемент $g\in S_{<\omega}$ имеет конечную p-высоту для любого простого числа p.*

Действительно, пусть $g\in S_{<\omega}$. Тогда $g\in S_n$ при некотором $n<\omega$ и, по лемме 2, уравнение $x^{p^n}=g$ разрешимо в $S_{<\omega}$ тогда и только тогда, когда это уравнение разрешимо в S_n. Так как $|S_n|=n!,$ то любой элемент $x^{p^{n!}}=e.$ Поэтому $h_p(x)\le n!$

Следствие 2. *Любая абелева p-подгруппа группы $S_{<\omega}$ не имеет элементов бесконечной высоты.*

Отсюда, по теореме Прюфера [3], получим

Следствие 3. *Любая абелева p-подгруппа группы $S_{<\omega}$ изоморфна прямой сумме циклических p-групп.*

Лемма 3. *Любая не более чем счетная абелева p-группа без элементов бесконечной высоты изоморфна некоторой подгруппе группы $S_{<\omega}$.*

Доказательство. Пусть A — счетная абелева p-группа без элементов бесконечной высоты. По теореме Прюфера [3] A изоморфна $Z_{p^{m_0}}\oplus Z_{p^{m_1}}\oplus\ldots\oplus Z_{p^{m_s}}\oplus\ldots.$ Пусть для любого $i<\omega$ подстановка α_i есть цикл $\left(s_1^i\cdot\ldots\cdot s_{p^{m_i}}^i\right),$ где $s_k^i\ne s_l^j$ для любых $i\ne j,\,k,\,l,$ т.е. циклы α_i независимы. Так как порядок $|\alpha_i|=p^{m_i}$ и подгруппа (α_i) и группа $(\alpha_1,\ldots,\alpha_{i-1},\alpha_{i+1},\ldots)$ пересекаются по $\{e\},$ то подгруппа $(\alpha_1,\ldots,\alpha_n,\ldots)$ изоморфна $A.$ Лемма доказана.

Напомним определение s-функции, введенное Н.Хисамиевым в [4].

Пусть для функции $f(i,x)$ справедливы условия:

1) для любого i функция $\lambda x f(i,x)$ является неубывающей;

2) для любого i существует $\lim\limits_x f(i,x)=m_i$. Тогда f назовем s-функцией. Если же, кроме этого, верно $m_0<m_1<\ldots,$ то f назовем s_1-функцией. Положим $\overline{\rho}f=\left\{\langle m,k\rangle \,\middle|\, \exists i_1\ldots i_k\left(m_{i_1}=\ldots=m_{i_k}=m\right)\right\}.$

Пусть $A=Z_{p^{m_0}}\oplus Z_{p^{m_1}}\oplus\ldots.$ Множество $\chi(A)=\left\{\langle m,k\rangle \,\middle|\, \exists i_1\ldots i_k\left(m_{i_1}=\ldots=m_{i_k}=m\right)\right\}$ называется характеристикой p-группы $A.$

Из следствия 3, леммы 3 и теоремы Н.Хисамиева [4] вытекает следующее

Следствие 4. *Абелева p-подгруппа A группы $S_{<\omega}$ всех почти тождественных подстановок конструктивизируема тогда и только тогда, когда выполнены следующие условия:*

1) характеристика $\chi(A)$ группы A принадлежит классу $\sum_2^0$ в арифметической иерархии Клини-Мостовского;

2) существует рекурсивная s_1-функция $f(i,x),$ что $\overline{\rho}f\subseteq\chi(A).$

Пусть P — множество всех простых чисел. Любая счетная периодическая абелева группа A изоморфна прямой сумме своих примарных компонент $A_p,$ где $p\in P.$ Известно, что периодическая абелева группа конструктивизируема тогда и только тогда, когда «равномерно» конструктивизируемы ее примарные компоненты. Отсюда и из следствия 4 вытекает следующее.

Следствие 5. *Абелева подгруппа A группы $S_{<\omega}$ всех почти тождественных подстановок конструктивизируема тогда и только тогда, когда выполнены следующие условия:*

1) характеристика $\chi(A)=\left\{\langle p,\,m,\,k\rangle \,\middle|\, p\in P,\,\langle m,\,k\rangle\in\chi(A_p)\right\}$ принадлежит классу $\sum_2^0$ в арифметической иерархии Клини-Мостовского;

2) существует рекурсивная функция $h(p,\,i,\,x)$ такая, что для любого простого числа p справедливы:

а) $f_p(i, x) = h(p, i, x)$ *является двухместной* s_1*-функцией;*

б) $\bar{\rho} f_p \subseteq \chi(A_p)$.

Пусть $\alpha \in S_{<\omega}$. Положим $\delta\alpha = \{ i \mid \alpha i \neq i \}$. Отсюда $\alpha = e \Leftrightarrow \delta\alpha = \varnothing$, где e — тождественная подстановка.

Замечание 2. Если $i \in \delta\alpha$ и $\alpha(i) = j$, то $j \in \delta\alpha$.

Лемма 4. *Пусть*

$$\alpha, \beta \in S_{<\omega},\ i \in \delta\alpha \cap \delta\beta,\ \alpha(i) = j,\ \beta(i) = m,\ j \notin \delta\beta, \tag{2}$$

тогда

$$\alpha\beta \neq \beta\alpha. \tag{3}$$

Доказательство. Из (2) имеем

$$\beta\alpha(i) = j. \tag{4}$$

Вычислим $\alpha\beta(i)$. Рассмотрим возможные случаи:

1) $m \notin \delta\alpha$, тогда $\alpha\beta(i) = m$. Отсюда и из (4) в силу замечания 2, получим (3).

2) $m \in \delta\alpha$. Пусть $\alpha(m) = p$. Отсюда и из (2) следует $j \neq p$. Из (2) и условия 3 следует $\alpha\beta(i) = p$, т.е. $\alpha\beta \neq \beta\alpha$. Лемма доказана.

Следствие 6. *Если* $\alpha, \beta \in S_{<\omega}$, $\alpha(i) = j$, $\beta(i) = m$, $i \neq j$, $i \neq m$ *и* $\alpha\beta = \beta\alpha$, *то* $j \in \delta\beta$.

Следствие 7. *Пусть даны подстановки* $\alpha, \beta \in S_{<\omega}$ *и*

$$\alpha\beta = \beta\alpha. \tag{5}$$

Тогда существуют подстановки $\alpha^\varepsilon, \beta^\varepsilon$, $\varepsilon < 2$ такие, что

$$\alpha = \alpha^0\alpha^1,\ \beta = \beta^0\beta^1,\ \delta\alpha^0 \cap \delta\alpha^1 = \delta\beta^0 \cap \delta\beta^1 = \varnothing,$$

где

$$\delta\alpha^0 = \delta\beta^0;$$

$$\delta\alpha^1 \cap \delta\beta = \delta\beta^1 \cap \delta\alpha = \varnothing.$$

Доказательство. Пусть $\alpha = \alpha_1 \ldots \alpha_m$, $\beta = \beta_1 \ldots \beta_n$ — разложения α и β на независимые циклы. Не умаляя общности рассмотрения, можно считать, что числа p и q такие, что

$$\delta\alpha_i \cap \delta\beta \neq \varnothing,\ 1 \le i \le p; \tag{6}$$

$$\delta\beta_j \cap \delta\alpha \neq \varnothing,\ 1 \le j \le q; \tag{7}$$

$$\delta\alpha_k \cap \delta\beta = \delta\beta_l \cap \delta\alpha = \varnothing,\ p < k \le m,\ q < l \le n. \tag{8}$$

Пусть

$$\alpha^0 = \alpha_1 \ldots \alpha_p,\ \alpha^1 = \alpha_{p+1} \ldots \alpha_m; \tag{9}$$

$$\beta^0 = \beta_1 \ldots \beta_q,\ \beta^1 = \beta_{q+1} \ldots \beta_n. \tag{10}$$

Тогда из (5) имеем $\alpha^0\alpha^1\beta^0\beta^1 = \beta^0\beta^1\alpha^0\alpha^1$. Отсюда и из (8)–(10) следует $\alpha^0\beta^0\alpha^1\beta^1 = \beta^0\alpha^0\beta^1\alpha^1 = \beta^0\alpha^0\alpha^1\beta^1$, т.е.

$$\alpha^0\beta^0 = \beta^0\alpha^0. \tag{11}$$

Докажем, что $\delta\alpha_1 \subseteq \delta\beta^0$. В силу (6), (8), (10) существует $i_1 \in \delta\alpha_1 \cap \delta\beta^0$. Пусть $\alpha(i_1) = i_2$. Отсюда и из (11), по лемме 4, имеем $i_2 \in \delta\beta^0$. Пусть $\alpha_1(i_2) = i_3$. Аналогично $i_3 \in \delta\beta^0$. Таким образом, $\delta\alpha_1 \subseteq \delta\beta^0$. Аналогично $\delta\alpha_2, \ldots, \delta\alpha_p \subseteq \delta\beta^0$, т.е. $\delta\alpha^0 \subseteq \delta\beta^0$. Также $\delta\beta^0 \subseteq \delta\alpha^0$, т.е. $\delta\alpha^0 = \delta\beta^0$. Следствие доказано.

Теорема 2. *Пусть* G *— бесконечная нильпотентная подгруппа группы почти тождественных подстановок* $S_{<\omega}$. *Тогда* G *— прямая сумма счетного числа конечных нильпотентных групп* G_i, $i \in \omega$. *Любая счетная нильпотентная группа, которая является прямой суммой конечных нильпотентных групп, изоморфно вложима в группу* $S_{<\omega}$.

Доказательство. Пусть $Z=\{e,z_1,z_2,...\}$ — центр группы G и n_1 — наименьшее такое, что $z_1 \in S_{n_1}$. По следствию 7 любой элемент $g \in G \setminus \{e\}$ представим в виде

$$g = h \cdot f, \tag{12}$$

где $h \in S_{n_1}$, $f \in S_{\overline{n}_1}$, $\overline{n}_1 = \omega \setminus \{0,1,...,n_1\}$. Пусть $G_1 = G \bigcap S_{n_1}$, тогда

$$G = G_1 \oplus \overline{G}_1, \tag{13}$$

где $\overline{G}_1 = G \bigcap S_{\overline{n}_1}$. Действительно, представление g в виде (12) однозначно, так как $G_1 \bigcap \overline{G}_1 = \{e\}$. Пусть n_2 — наименьшее такое, что $z_{n_2} \in \overline{G}_1 \setminus \{e\}$. Тогда аналогично (13) имеем $\overline{G}_1 = G_2 \oplus \overline{G}_2$ для некоторой конечной группы $G_2 \neq e$. Продолжая этот процесс, получим искомое разложение $G = G_1 \oplus G_2 \oplus ...$, где G_i — конечные группы. Теорема доказана.

Следствие 8. *Нильпотентная подгруппа G группы почти тождественных подстановок $S_{<\omega}$ конструктивизируема тогда и только тогда, когда она изоморфна конструктивной группе, которая является прямой суммой конечных нильпотентных групп.*

Работа выполнена при поддержке грантового финансирования научно-технических программ и проектов Комитетом науки МОН РК. Грант № 0726/ГФ. 2012. 2014 г.

References

1 *Maltsev A.I.* On recursive abelian groups // Reports of the AS of the USSR. — 1962. — Vol. 46. — № 5. — P. 1009–1012.

2 *Goncharov S.S., Ershov Yu.L.* Constructive models. III. — Siberian School of Algebra and Logic. — Novosibirsk: Scientific Books, 1999. — P. 360.,

3 *Kargopolov M.I., Merzlyakov Y.* Fundamentals of the theory of groups. — 3rd ed., Rev. and add. — Moscow: Nauka, 1982.

4 *Khisamiev N.* Criterion of constructivizability of direct sum of cyclic groups // Math. Kazakh Academy of Sciences. Series Physics and Mathematics. — 1981. — № 1. — P. 51–55.

Р.Қ.Түлебергенев, М.Қ.Нұризинов

Тепе-теңдік алмастырулар дерлік топтарының есептелетін ішкі топтары туралы

Мақалада натурал сандардың барлық дерлік тепе-тең алмастыруларының ішкі топтарының есептелімділігі туралы сұрақтар зерттелген. Сондай-ақ осы топтарды конструктивті нөмірлеудің бар болуы екі алмастырудың сыбайластығы және түбірлерін табу сұрақтарына қатысты тиімді шешілген, оның абельдік және нильпотентті ішкі топтарының конструктивтілігінің қажетті және жеткілікті шарттары табылған.

R.K.Tulubergenev, M.K.Nurizinov

About computable subgroups of groups of almost identical permutations

The questions of computability of subgroups of groups of almost identical permutations of natural numbers are investigated in this paper. It is proved that there is a constructive numbering of this group with respect to which questions about the conjugation of two permutations and the root extraction is solved efficiently as well as necessary and sufficient conditions of constructivizability its Abelian and nilpotent subgroups are found.