საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
მოამბე

СООБЩЕНИЯ
АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN
OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 79 ТОМ

№ 2

აგვისტო 1975 АВГУСТ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

მოამბე

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 79 ТОМ

№ 2

აგვისტო 1975 АВГУСТ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 27.8.1975; შეკვ. № 2381; ანაწყობის ზომა 7×12; ქაღალდის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,5; უე 06461; ტირაჟი 1850

* * *

Подписано к печати 27.8.1975; зак. № 2381; размер набора 7×12; размер бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный лист 22,5; УЭ 06461; тираж 1850

* * *

გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, 380060, კუტუზოვის ქ., 19
Издательство «Мецниереба», Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19

* * *

საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის სტამბა, თბილისი, 380060, კუტუზოვის ქ., 19
Типография АН Груз. ССР, Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19

შინაარსი

მათემატიკა

მექანიკა

კიბერნეტიკა

ფიზიკა

---

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

გეოფიზიკა

ორგანული ქიმია

ფიზიკური ქიმია

ფიზიკური გეოგრაფია

ჰიდროლოგია

გეოლოგია

პეტროლოგია

მანქანათმცოდნეობა

თბოტექნიკა

ელექტროტექნიკა

ნიადაგთმცოდნეობა

ბოტანიკა

მცენარეთა ფიზიოლოგია

გენეტიკა და სელექცია

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ᲑᲘᲝᲥᲘᲛᲘᲐ

ᲔᲜᲢᲝᲛᲝᲚᲝᲒᲘᲐ

ᲪᲘᲢᲝᲚᲝᲒᲘᲐ

ᲔᲥᲡᲞᲔᲠᲘᲛᲔᲜᲢᲣᲚᲘ ᲛᲝᲠᲤᲝᲚᲝᲒᲘᲐ

ᲔᲥᲡᲞᲔᲠᲘᲛᲔᲜᲢᲣᲚᲘ ᲛᲔᲓᲘᲪᲘᲜᲐ

ᲞᲐᲚᲔᲝᲑᲘᲝᲚᲝᲒᲘᲐ

ᲔᲜᲐᲗᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐ

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

МЕХАНИКА

КИБЕРНЕТИКА

ФИЗИКА

---

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

ГЕОФИЗИКА

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

ГИДРОЛОГИЯ

ГЕОЛОГИЯ

ПЕТРОЛОГИЯ

МАШИНОВЕДЕНИЕ

ТЕПЛОТЕХНИКА

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

БОТАНИКА

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

БИОХИМИЯ

ЭНТОМОЛОГИЯ

ЦИТОЛОГИЯ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

CONTENTS *

MATHEMATICS

MECHANICS

CYBERNETICS

PHYSICS

* A title marked with an asterisk refers to the summary of the article.

GEOPHYSICS

ORGANIC CHEMISTRY

PHYSICAL CHEMISTRY

PHYSICAL GEOGRAPHY

HYDROLOGY

GEOLOGY

PETROLOGY

MACHINE BUILDING SCIENCE

HEAT ENGINEERING

ELECTROTECHNICS

SOIL SCIENCE

BOTANY

PLANT PHYSIOLOGY

GENETICS AND SELECTION

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

BIOCHEMISTRY

ENTOMOLOGY

CYTOLOGY

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

EXPERIMENTAL MEDICINE

PALAEOBIOLOGY

LINGUISTICS

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 517.9

МАТЕМАТИКА

Л. В. ЖИЖИАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР)

О СХОДИМОСТИ И СУММИРУЕМОСТИ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ РЯДОВ ФУРЬЕ

1. Предположим, что 2π-периодическая функция f суммируема на $[-\pi, \pi]$ и ряд

$$\sigma[f] = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cos kx + b_k \sin kx$$

является тригонометрическим рядом Фурье функции f. Обозначим через $\sigma_n^\alpha(x, f)$ чезаровские средние ряда $\sigma[f]$, т. е.

$$\sigma_n^\alpha(x, f) = \frac{1}{A_n^\alpha} \sum_{k=0}^{n} A_{n-k}^{\alpha-1} S_k(x, f), \alpha > -1,$$

где $S_k(x, f)$ — частные суммы ряда $\sigma[f]$, а $A_n^\alpha = \dfrac{(\alpha+1)(\alpha+2)\ldots(\alpha+n)}{n!}$. Как показал А. Зигмунд [1], если $f \in \mathrm{Lip}\,\alpha$, $0 < \alpha \leqslant 1$, то для любого $\beta < \alpha$ ряд $\sigma[f]$ равномерно $(c, -\beta)$-суммируем к f. Г. Харди и Дж. Литтлвуд [2] обобщили результат А. Зигмунда. Точнее, они показали, что если непрерывная 2π-периодическая функция $f \in \mathrm{Lip}(\alpha, p)$, т. е.

$$\left\{\int_{-\pi}^{\pi} |f(x+h) - f(x)|^p\, dx\right\}^{1/p} = O(|h|^\alpha)\ (h \to 0),\ \ 0 < \alpha \leqslant 1$$

и $\alpha p > 1$, то ряд $\sigma[f]$ равномерно $(c, -\alpha)$-суммируем к f при любом $\beta < \alpha$. К. Яно [3] установил, что результат Г. Харди и Дж. Литтлвуда справедлив и в том случае, когда $f \in \mathrm{Lip}(\alpha, p)$ и $\alpha p = 1$. В работе [5] (стр. 77, 81—93) приведены результаты, которые, в частности, усиливают отмеченные утверждения Г. Харди и Дж. Литтлвуда и К. Яно.

Далее, Г. Харди и Дж. Литтлвуд показали также, что если непрерывная 2π-периодическая функция $f \in \mathrm{Lip}^*(\alpha, p)$, т. е.

$$\left\{\int_{-\pi}^{\pi} |f(x+h) - f(x)|^p\, dx\right\}^{1/p} = o(|h|^\alpha)\ (h \to 0),\ \ 0 < \alpha < 1$$

и $\alpha p > 1$, то ряд $\sigma[f]$ будет равномерно $(c, -\alpha)$- суммируемым к f. Используя соответствующие рассуждения П. Л. Ульянова [4], можно заключить, что утверждение Г. Харди и Дж. Литтлвуда, вообще говоря, не имеет места в том случае, когда $f \in \mathrm{Lip}^*(\alpha, p)$ и $\alpha p \leqslant 1$, $0 < \alpha < 1$.

В настоящей статье приводятся результаты, относящиеся к вопросу $(c, -\alpha)$, $0 \leqslant \alpha < 1$-суммируемости ряда $\sigma[f]$ в смысле сходимости по норме $L^p([-\pi, \pi])$, $p \in [1, +\infty]$.

2. В дальнейшем будем предполагать, что $f \in L[(-\pi, \pi])$ и $\varphi(x, t) = f(x+t) + f(x-t) - 2f(x)$. Справедлива

Теорема. *Пусть* $[a, b] \subset [-\pi, \pi]$ $(b-a > 0)$ *и* $p \in [1, +\infty)$, $\alpha \in [0, 1)$ — *некоторые фиксированные числа. Предположим, что* $f \in L([-\pi, \pi])$ *и* $f \in L^p([a, b])$ *при* $p \in [1, +\infty]$. *Если*

$$\left\{\int_a^b \left[\int_h^\pi \frac{|\varphi(x, t+h) - \varphi(x, t)\ dt}{t^{1-\alpha}}\right]^p dx\right\}^{1/p} = 0\,(h^\alpha)\ (h \to 0+), \tag{1}$$

то

$$\lim_{m \to \infty} \left\{\int_c^d |\sigma_n^{-\alpha}(x, f) - f(x)|^p\ dx\right\}^{1/p} = 0$$

или любом $[c, d] \subset (a, b)$.

Нетрудно проверить, что если $f \in \mathrm{Lip}^*(\alpha, p)$, $0 < \alpha < 1$, то условия теоремы ($c\,[a, b] \equiv [-\pi, \pi]$) выполнены. Стало быть, верно

Следствие 1. Если $f \in \mathrm{Lip}^*(\alpha, p)$, $0 < \alpha < 1$, $1 \leqslant p < +\infty$, то ряд $\sigma[f]$ будет $(c, -\alpha)$-суммируемым к f в смысле сходимости нормы $L^p([-\pi, \pi])$.

Таким образом, при $f \in \mathrm{Lip}^*(\alpha, p)$ для суммируемости ряда σ[f] методом $(c, -\alpha)$ в смысле сходимости нормы $L^p([-\pi, \pi])$ требование $\alpha p \geqslant 1$ является лишним.

Из теоремы (при $\alpha = 0$, $[a, b] \equiv [-\pi, \pi]$) вытекает также

Следствие 2. Если $f \in L([-\pi, \pi])$ и

$$\int_{-\pi}^{\pi}\left[\int_h^\pi \frac{|\varphi(x, t+h) - \varphi(x, t)|\,dt}{t}\right] dx = o\,(1)\ (h \to 0+), \tag{2}$$

то ряд $\sigma[f]$ сходится к f в смысле нормы $L([-\pi, \pi])$.

В частности, если $f \in L([-\pi, \pi])$ и ее интегральный модуль непрерывности удовлетворяет условию

$$\omega(\delta, f)_L = o\left\{\left(\log\frac{1}{\delta}\right)\right\}^{-1} (\delta \to 0+), \tag{3}$$

то ряд $\sigma[f]$ сходится к f в норме $L([-\pi, \pi])$.

Замечание 1. Если в условиях теоремы только в соотношении (1) символ „o" заменить символом „O", то $(c, -\alpha)$-средние ряды $\sigma(f)$ будет ограничены по совокупности в норме $L^p([-\pi, \pi])$. В частности, если в условии (2) следствия 2 символ „o" заменить на „O", то частные суммы ряда $\sigma[f]$ будут ограничены по совокупности в норме $L([-\pi, \pi])$.

Замечание 2. Условие (1) (следовательно, и условия (2) и (3) для соответствующих утверждений) не является для индивидуальных функций необходимым условием $(c, -\alpha)$, $0 \leqslant \alpha < 1$-суммируемости ряда $\sigma[f]$ в норме $L^p([-\pi, \pi])$. Однако для определенного класса функций и фиксированных $p \in [1, +\infty]$, $\alpha \in (0,1)$ оно является необходимым (то же самое можно сказать относительно ограниченности в норме $L^p([-\pi, \pi])$ чезаровских средных ряда $\sigma[f]$).

Тбилисский государственный университет

(Поступило 6.3.1975)

მათემატიკა

ლ. ჟიჟიაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

ფურიეს ტრიგონომეტრიული მწკრივების კრებადობისა და შეჯამებადობის შესახებ

რეზიუმე

სტატიაში მოყვანილი შედეგები შეეხება მარტივი ფურიეს ტრიგონომეტრიული მწკრივების (c,α), $-1<\alpha\leqslant 0$ მეთოდით $L^p([-\pi,\pi])$, $1\leqslant p<+\infty$ სივრცის ნორმით შეჯამებადობის საკითხს.

MATHEMATICS

L. V. ZHIZHIASHVILI

ON CONVERGENCE AND SUMMABILITY OF FOURIER TRIGONOMETRIC SERIES

Summary

The paper deals with the results concerning the question of summability of Fourier trigonometric series by the (c, α), $-1<\alpha\leqslant 0$ method in the norm of the space $L^p([-\pi, \pi])$, $1 \leqslant p < +\infty$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Zygmund. Bull. de l'Acad. Polon., 1925, 1—9.
2. G. H. Hardy, J. E. Littlewood. Math. Z., 28, 1928, 612—634.
3. K. Yano. Proc. Jap. Acad., 33, 1957, 7—74.
4. П. Л. Ульянов. Матем. сб., 72 (114), 1967, 193—225.
5. Л. В. Жижиашвили. Сопряженные функции и тригонометрические ряды. Тбилиси, 1969.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 517.948.3

МАТЕМАТИКА

Г. А. КАПАНАДЗЕ

ОБ ОДНОЙ ОБОБЩЕННОЙ ГРАНИЧНОЙ ЗАДАЧЕ ГИЛЬБЕРТА ДЛЯ НЕСКОЛЬКИХ НЕИЗВЕСТНЫХ ФУНКЦИЙ СО СМЕЩЕНИЯМИ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 27.1.1975)

Пусть D^+ — односвязная область, ограниченная простым замкнутым контуром L типа Ляпунова. Область, дополняющую $D^+ + L$ до полной плоскости, обозначим через D^- и будем считать, что начало координат находится в области D^+. Пусть $\alpha_k(t)\,(k=1, 2, \ldots, n)$ — заданные на контуре L функции, переводящие контур L в себя взаимно однозначно с сохранением направления обхода на L. Будем считать, что каждая функция $\alpha_k(t)$ имеет производную $\alpha_k'(t)$, отличную от нуля всюду на L и удовлетворяющую условию H. Наконец, функцию, обратную $\alpha_k(t)$ $(k=1, 2, \ldots, n)$, обозначим через $\alpha_k^*(t)$.

Рассмотрим следующую граничную задачу: найти кусочно-голоморфный вектор $\varphi(z)=(\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_n)$, имеющий конечный порядок на бесконечности, по граничным условиям

$$\varphi_j^+[\alpha_j(t_0)]=\sum_{k=1}^{n}\{A_{jk}(t_0)\,\varphi_k^-(t_0)+B_{jk}(t_0)\,\overline{\varphi_k^-(t_0)}\}+b_j(t_0)\quad (j=1, 2, \ldots, n), \tag{1}$$

где $A_{jk}(t_0)$, $B_{jk}(t_0)$, $b_j(t_0)$ $(j, k=1, 2, \ldots, n)$ — заданные на контуре L функции, удовлетворяющие условию H. Будем предполагать, что $\det\|A_{jk}(t)\|\neq 0$ на L.

Граничная задача (1) изучалась в статье [1]. Результаты, полученные в этой статье, изложены в § 76 монографии [2]. В статье [3] доказаны теоремы, аналогичные теоремам Нетера.

В настоящей статье дается простой способ доказательства теорем, аналогичных теоремам Нетера, путем приведения задачи (1) к эквивалентной системе сингулярных интегральных уравнений.

Рассмотрим однородную задачу, соответствующую задаче (1):

$$\varphi_j^+[\alpha_j(t_0)]=\sum_{k=1}^{n}\{A_{jk}(t_0)\,\varphi_k^-(t_0)+B_{jk}(t_0)\,\overline{\varphi_k^-(t_0)}\}\quad (j=1, 2, \ldots, n), \tag{2}$$

и задачу, союзную этой задаче (см. [2], § 73):

$$\psi_j^-(t_0)=\sum_{k=1}^{n}\{A_{kj}(t_0)\,\alpha_k'(t_0)\,\psi_k^+[\alpha_k(t_0)]+\overline{t_0^{12}}\,\overline{B_{kj}(t_0)}\,\overline{\alpha_k'(t_0)}\,\overline{\psi_k^+[\alpha_k(t)]}\}$$

$$(j=1,\ 2,\ldots,\ n). \tag{3}$$

Для решения этих задач, а также интегральных уравнений, рассматриваемых ниже, линейную независимость решений будем понимать над полем вещественных чисел.

Пусть задача (1) имеет решение и введем обозначения

$$\varphi_j^-(t_0)=\rho_j(t_0)\quad (j=1,\ 2,\ldots,n). \tag{4}$$

Тогда из граничного условия (1) получим следующую систему сингулярных интегральных уравнений:

$$\sum_{k=1}^{n}\left\{A_{jk}(t_0)\,\rho_k(t_0)+B_{jk}(t_0)\,\overline{\rho_k(t_0)}-\frac{1}{\pi i}\int_L\frac{A_{jk}(t)\,\alpha_j'(t)\,\rho_k(t)}{\alpha_j(t)-\alpha_j(t_0)}\,dt-\right.$$

$$\left.-\frac{1}{\pi i}\int_L\frac{B_{jk}(t)\,\alpha_j'(t)\,\overline{\rho_k(t)}}{\alpha_j(t)-\alpha_j(t_0)}\,dt\right\}=-b_j(t_0)+\frac{1}{\pi i}\int_L\frac{b_j(t)\,\alpha_j'(t)}{\alpha_j(t)-\alpha_j(t_0)}\,dt \tag{5}$$

$$(j=1,\ 2,\ldots,\ n).$$

Далее, из условий (4) имеем

$$\rho_j(t_0)+\frac{1}{\pi i}\int_L\frac{\rho_j(t)}{t-t_0}\,dt=\gamma_j(t_0)\quad (j=1,\ 2,\ldots,n), \tag{6}$$

где $\gamma(z)=(\gamma_1(z),\ \gamma_2(z),\ldots,\ \gamma_n(z))$ — заданная главная часть на бесконечности искомого вектора $\varphi(z)$, причем $\gamma_j=\gamma_j(z)$ $(j=1,\ 2,\ldots,n)$ — полиномы. Складывая равенства (5) и (6), получаем

$$\sum_{k=1}^{n}\left\{[A_{jk}(t_0)+E_{jk}]\,\rho_k(t_0)+B_{jk}(t_0)\,\overline{\rho_k(t_0)}-\frac{1}{\pi i}\int_L\left[\frac{A_{jk}(t)\,\alpha_j'(t)}{\alpha_j(t)-\alpha_j(t_0)}-\right.\right.$$

$$\left.\left.-\frac{E_{jk}}{t-t_0}\right]\rho_k(t)dt-\frac{1}{\pi i}\int_L\frac{B_{jk}(t)\,\alpha_j'(t)\cdot\overline{\rho_k(t)}}{\alpha_j(t)-\alpha_j(t_0)}\,dt\right\}=\gamma_j(t_0)-b_j(t_0)+$$

$$+\frac{1}{\pi i}\int_L\frac{b_j(t)\,\alpha_j'(t)}{\alpha_j(t)-\alpha_j(t_0)}\,dt\quad (j=1,\ 2,\ldots,\ n), \tag{7}$$

где

$$E_{jk}=\begin{cases}0 & \text{при } j\neq k,\\ 1 & \text{при } j=k.\end{cases}$$

Можно легко показать, что любое решение $\rho_j(t)$ $(j=1,2,\ldots,n)$ системы (7) представляет собой граничное значение на L голоморфной в области D^- функции, имеющей на бесконечности главную часть $\gamma_j(z)$. После этого очевидно, что задача (1) и система уравнений (7) имеют одно и то же число линейно-независимых решений.

Аналогично доказывается, что задача (2) и система уравнений

$$\sum_{k=1}^{n}\left\{[A_{jk}(t_0)+E_{jk}]\,\rho_k(t_0)+B_{jk}(t_0)\,\overline{\rho_k(t_0)}-\frac{1}{\pi i}\int\limits_L\left[\frac{A_{jk}(t)\,\alpha_j'(t)}{\alpha_j(t)-\alpha_j(t_0)}-\right.\right.$$

$$\left.\left.-\frac{E_{jk}}{t-t_0}\right]\rho_k(t)dt-\frac{1}{\pi i}\int\limits_L\frac{B_{jk}(t)\,\alpha_j'(t)}{\alpha_j(t)-\alpha_j(t_0)}\,\overline{\rho_k(t)}\,dt\right\}=0\quad (j=1,\ 2,\dots,n)\qquad (8)$$

имеют одно и то же число линейно-независимых решений.

Система уравнений, союзная с системой (8), имеет вид ([2], § 73)

$$\sum_{k=1}^{n}\left\{[A_{kj}(t_0)+E_{jk}]\,\nu_k(t_0)+\overline{B_{kj}(t_0)}\,\overline{t_0^{12}}\,\overline{\nu_k(t_0)}+\frac{1}{\pi i}\int\limits_L\left[\frac{A_{kj}(t_0)\,\alpha_k'(t_0)}{\alpha_k(t)-\alpha_k(t_0)}-\right.\right.$$

$$\left.\left.-\frac{E_{jk}}{t-t_0}\right]\rho_k(t)dt-\frac{1}{\pi i}\int\limits_L\frac{\overline{B_{kj}(t_0)\,\alpha_k'(t_0)}}{\overline{\alpha_k(t)-\alpha_k(t_0)}}\,\overline{t_0^{12}}\,\overline{t^{12}}\,\overline{\nu_k(t)}\,dt\right\}=0\qquad (9)$$

$$(j=1,\ 2,\dots,n).$$

Если число линейно-независимых решений системы (8) и (9) обозначить через l и l', легко доказать, что $l-l'=2\varkappa$, где $\varkappa=\operatorname{ind}\det A(t)$.

Допустим теперь, что $\nu(t)=(\nu_1,\ \nu_2,\dots,\nu_n)$ — какое-либо решение системы (9), и рассмотрим кусочно-голоморфный вектор $\omega(z)=(\omega_1,\omega_2,\dots,\omega_n)$, определенный следующими формулами:

$$\omega_j(z)=\frac{1}{2\pi i}\int\limits_L\frac{\nu_j[\alpha_j^*(t)]\,\alpha_j^{*\prime}(t)}{t-z}\,dt\qquad \text{при } z\in D^+,$$

$$\omega_j(z)=\frac{1}{2\pi i}\int\limits_L\frac{\nu_j(t)\,dt}{t-z}\qquad \text{при } z\in D^-\qquad (j=1,\ 2,\dots,n).\qquad (10)$$

В силу формул (10) система уравнений (9) дает граничную задачу (3). Легко убедиться, что любой кусочно-голоморфный вектор $\omega(z)=(\omega_1,\omega_2,\dots,\omega_n)$, исчезающий на бесконечности, можно представить по формуле (10), где $\nu(t)=(\nu_1,\ \nu_2,\dots,\nu_n)$ — вектор-функция класса H. В силу этого представления задача (3) дает систему (9) и поэтому задача (3) и система уравнений (9) имеют одно и то же число линейно-независимых решений.

После этого для задачи (1) легко доказывается справедливость следующих теорем:

Теорема 1. *Для существования решений задачи* (1), *исчезающих на бесконечности, необходимо и достаточно, чтобы имело место равенство*

$$\operatorname{Re} \sum_{j=1}^{n} \int_{L} \psi_j^{+}(t)\, b_j\, [\alpha_j^{*}(t)]\, dt = 0 \tag{11}$$

для любого исчезающего на бесконечности решения союзной задачи (3).

Теорема 2. $l - l' = 2\varkappa$, *где* l *и* l' *обозначают числа исчезающих на бесконечности линейно-независимых решений задач* (2) *и* (3) *соответственно*, $\varkappa$ — *индекс функции* $\det A(t)$:

$$\varkappa = \frac{1}{2\pi i}\, [\ln \det A(t)]_L = \frac{1}{2\pi}\, [\arg \det A(t)]_L.$$

Тбилисский государственный университет

(Поступило 27.2.1975)

მათემატიკა

გ. კაპანაძე

ჰილბერტის ერთი განზოგადებული სასაზღვრო ამოცანის შესახებ რამდენიმე უცნობი ფუნქციისათვის გადაადგილებებით

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია (1) სახის ჰილბერტის განზოგადებული სასაზღვრო ამოცანა გადაადგილებებით. მოცემულია მარტივი ხერხი ამ ამოცანის მიყვანისა მის ეკვივალენტურ სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებამდე და დამტკიცებულია ნეტერის ტიპის თეორემები.

MATHEMATICS

G. A. KAPANADZE

ON ONE GENERALIZED HILBERT PROBLEM FOR SEVERAL UNKNOWN FUNCTIONS WITH SHIFTS

Summary

A boundary value problem (1) is considered and theorems analogous to Noether's theorems are proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. П. Векуа. Труды Тбилисского гос. ун-та, т. 56, 1955, 75—80.
2. Н. П. Векуа. Системы сингулярных интегральных уравнений. М., 1970.
3. Н. П. Векуа. Сб. «Механика сплошной среды и родственные проблемы анализа». М., 1972.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 519.21

МАТЕМАТИКА

Г. Л. АРСЕНИШВИЛИ

ОДНОЛИНЕЙНАЯ СИСТЕМА МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С МЕНЯЮЩЕЙСЯ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ ВХОДЯЩЕГО ПОТОКА

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 1.3.1975)

Рассмотрим систему $M/M/1$, у которой интенсивность входящего потока меняется в зависимости от величины очереди. Требования поступают в систему с интенсивностью λ_1 до тех пор, пока не накапливается S требований. После этого требования поступают с интенсивностью λ_2 $(\lambda_2<\lambda_1)$ до тех пор, пока в системе не остается s требований $(s<S)$. Дальнейшие поступления происходят с начальной интенсивностью λ_1, пока в системе не накапливается S требований. Интенсивность обслуживания не меняется и равна μ.

Обозначим: $P_n^{(1)}(t)$—вероятность того, что к моменту времени t в системе находятся n требований $(n=0, 1, 2, \ldots, S-1)$; $P_n^{(2)}(t)$—вероятность того, что к моменту времени t в системе находятся n требований $(n=s+1, s+2, \ldots, S, \ldots)$.

Дифференциальные уравнения, описывающие такую систему, имеют следующий вид:

$$\frac{dP_0^{(1)}(t)}{dt}=\mu P_1^{(1)}(t)-\lambda_1 P_0(t),$$

$$\frac{dP_n^{(1)}(t)}{dt}=\mu P_{n+1}^{(1)}(t)+\lambda_1 P_{n-1}^{(1)}(t)-(\lambda_1+\mu)P_n^{(1)}(t),\quad n\in\{1,\ldots,s-1\},$$

$$\frac{dP_s^{(1)}(t)}{dt}=\mu P_{s+1}^{(1)}(t)-(\lambda_1+\mu)P_s^{(1)}(t)+\mu P_{s+1}^{(1)}(t)+\lambda_1 P_{s-1}^{(1)}(t),\tag{1}$$

$$\frac{dP_n^{(1)}(t)}{dt}=\lambda_1 P_{n-1}^{(1)}(t)-(\lambda_1+\mu)P_n^{(1)}(t)+\mu P_{n+1}^{(1)}(t),\quad n\in\{s+1,\ldots,S-2\},$$

$$\frac{dP_{S-1}^{(1)}(t)}{dt}=\lambda_1 P_{S-2}^{(1)}(t)-(\lambda_1+\mu)P_{S-1}^{(1)}(t),$$

$$\frac{dP_{s+1}^{(2)}(t)}{dt}=\mu P_{s+2}^{(2)}(t)-(\lambda_2+\mu)P_{s+1}^{(2)}(t),$$

$$\frac{dP_n^{(2)}(t)}{dt}=\lambda_2 P_{n-1}^{(2)}(t)-(\lambda_2+\mu)P_n^{(2)}(t)+\mu P_{n+1}^{(2)}(t),\quad n\in\{s+2,\ldots,S-1\},$$

$$\frac{dP_S^{(2)}(t)}{dt}=\lambda_1 P_{S-1}^{(1)}(t)+\lambda_2 P_{S-1}^{(2)}(t)-(\lambda_2+\mu)P_S^{(2)}(t)+\mu P_{S+1}^{(2)}(t),$$

$$\frac{dP_n^{(2)}(t)}{dt}=\lambda_2 P_{n-1}^{(2)}(t)-(\lambda_2+\mu)P_n^{(2)}(t)+\mu P_{n+1}^{(2)}(t),\ n\in\{S+1,\ S+2,\ldots\}.$$

Очевидно, что

$$P_0(t)+\sum_{n=1}^{S-1}P_n^{(1)}(t)+\sum_{n=s+1}^{\infty}P_n^{(2)}(t)\equiv 1, \tag{2}$$

$$P_n^{(1)}(0)=P_n^{(2)}(0)=0,\quad n\in\{1,\ 2,\ldots\},$$

$$P_0(0)=1.$$

Рассматривая стационарный случай [1], получаем

$$\begin{gathered}
P_1^{(1)}=\rho P_0.\\
(1+\rho_1)P_n^{(1)}=\rho_1 P_{n-1}^{(1)}+P_{n+1}^{(1)},\ n\in\{1,\ldots,\ s-1\},\\
(1+\rho_1)P_s^{(1)}=\rho_1 P_{s-1}^{(1)}-P_{s+1}^{(1)}+P_{s+1}^{(2)},\\
(1+\rho_1)P_n^{(1)}=\rho_1 P_{n-1}^{(1)}+P_{n+1}^{(1)},\ n\in\{s+1,\ldots,\ S-2\},\\
(1+\rho_1)P_{S-1}^{(1)}=\rho_1 P_{S-2}^{(1)},\\
(1+\rho_2)P_{s+1}^{(2)}=P_{s+2}^{(2)},\\
(1+\rho_2)P_n^{(2)}=\rho_2 P_{n-1}^{(2)}+P_{n+1}^{(2)},\ n\in\{s+2,\ldots,\ S-1\},\\
(1+\rho_2)P_S^{(2)}=\rho_1 P_{S-1}^{(1)}+\rho_2 P_{S-1}^{(2)}+P_{S+1}^{(2)},\\
(1+\rho_2)P_n^{(2)}=\rho_2 P_{n-1}^{(2)}+P_{n+1}^{(2)},\ n\in\{S+1,\ S+2,\ldots\},
\end{gathered} \tag{3}$$

где

$$\rho_1=\frac{\lambda_1}{\mu},\quad \rho_2=\frac{\lambda_2}{\mu}\cdot$$

Введем производящие функции [2]

$$F^{(1)}(z)=\sum_{n=1}^{S-1}P_n^{(1)}z^n,\quad F_2^{(2)}(z)=\sum_{n=s+1}^{\infty}P_n^{(2)}z^n. \tag{4}$$

Перемножив левые и правые части уравнений (3) на z^n и просуммировав, получим

$$F^{(1)}(z)(1-z)(1-\rho_1 z)=\rho_1 z(1-z)P_0-P_{s+1}^{(2)}z^{s+1}+\rho_1 P_{S-1}z^{S+1}, \tag{5}$$

$$F^{(2)}(z)(1-z)(1-\rho_2 z)=P_{s+1}^{(2)}z^{s+1}-\rho_1 P_{S-1}^{(1)}z^{S+1}. \tag{6}$$

Вычисляя полином (5) для значений $z=1,\ z=\frac{1}{\rho_1},$ приходим к следующим соотношениям:

$$P_{s+1}^{(2)}=\rho_1 P_{S-1}^{(1)}, \tag{7}$$

$$P_{S-1}^{(1)}=\rho_1\frac{1-\rho_1}{1-\rho_1^{S-s}}P_0. \tag{8}$$

Внесем значение $P_{S-1}^{(1)}$ в (5), тогда

$$F^{(1)}(z) = P_0 \frac{\rho_1 z}{1-\rho_1 z} - P_0 \rho_1^{S-1} \frac{1-\rho_1}{1-\rho_1^{S-s}} \cdot \frac{\rho_1 z^{s+1}}{1-\rho_1 z} \cdot \frac{1-z^{S-s}}{1-z}. \qquad (9)$$

Учитывая, что

$$\frac{\rho z^{s+1}}{1-\rho z} = \sum_{n=1}^{\infty} \rho^n z^{s+n}, \quad \frac{1-z^{S-s}}{1-z} = 1+z+\cdots+z^{S-s-1},$$

из (8) получаем

$$F^{(1)}(z) = P_0 \sum_{n=1}^{s} \rho_1^n z^n + P_0 \sum_{n=s+1}^{S-1} \left(\rho_1^n - \rho_1^S \frac{1-\rho_1^{n-s}}{1-\rho_1^{S-s}}\right) z^n. \qquad (10)$$

Аналогичные преобразования позволяют вычислить

$$F^{(2)}(z) = P_0 \rho_1^{S-1} \frac{1-\rho_1}{1-\rho_1^{S-s}} \rho_2 \left\{ \sum_{n=s+1}^{S-1} \frac{1-\rho_2^{n-s}}{1-\rho_2} z^n + \right.$$

$$\left. + \frac{1-\rho_2^{S-s}}{1-\rho_2} \sum_{n=s}^{\infty} \rho_2^{n-s} z^n \right\}. \qquad (11)$$

Из (10) и (11) находим все значения вероятностей для стационарных состояний рассматриваемой системы:

$$P_n^{(1)} = \rho_1^n P_0, \ n \in \{1, \ldots, s\}, \ P_n^{(1)} = \rho_1^n \frac{1-\rho_1^{S-n}}{1-\rho_1^{S-s}} P_0, \ \{n \in s+1, \ldots, S-1\},$$

$$P_n^{(2)} = \rho_1^{S-1} \frac{1-\rho_1}{1-\rho_1^{S-s}} \cdot \frac{1-\rho_2^{n-s}}{1-\rho_2} P_0, \ \{n \in s+1, \ldots, S-1\}, \qquad (12)$$

$$P_n^{(2)} = \rho_1^{S-1} \frac{1-\rho_1}{1-\rho_1^{S-s}} \cdot \frac{1-\rho_2^{S-s}}{1-\rho_2} \cdot \rho_2^{n-S+1} \cdot P_0, \ \{n \in S, \ S+1, \ldots\}.$$

Нетрудно вычислить [2] значение P_0, которое входит в уравнения (12):

$$P_0 = \frac{(1-\rho_1)(1-\rho_2)}{1-\rho_2-(\rho_1-\rho_2) Q}, \qquad (13)$$

где

$$Q = (S-s) \rho_1^{S-1} \frac{1-\rho_1}{1-\rho_1^{S-s}}.$$

Тбилисский государственный университет

(Поступило 6.3.1975)

მათემატიკა

გ. არსენიშვილი

ერთარხიანი მასობრივი მომსახურების სისტემა ცვალებადი შემავალი ნაკადით

რეზიუმე

განიხილება $M|M|1$ სისტემა, რომლის შემავალი ნაკადის ინტენსივობა იცვლება იმის მიხედვით, თუ რა სიგრძისაა რიგი. თუ რიგში S-ზე მეტი მოთხოვნაა, შემავალი ნაკადის ინტენსივობა λ_1-დან λ_2-ით იცვლება ($\lambda_1 > \lambda_2$), ვიდრე რიგში s მოთხოვნა არ დარჩება.

MATHEMATICS

G. L. ARSENISHVILI

A SINGLE-LINE QUEUING SYSTEM WITH CHANGING INTENSITY OF INPUT FLUX

Summary

The system $M|M|1$ is considered. At first the demands arrive with the intensity λ_1 until there are S demands in the system. Then the intensity of arrival of demands is λ_2 ($\lambda_2 < \lambda_1$) until there are s demands ($s < S$) left in the system. The further intensity of arrival is λ_1 until there are s demands in the system. For the above system the stationary probabilities are found.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Я. Хинчин. Работы по математической теории массового обслуживания. М., 1963.
2. K. H. Meyer. Wartesysteme mit variabler Bearbeitungsrate. Berlin—Heidelberg—New York, 1971.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 517.948.32:517.544

МАТЕМАТИКА

НГУЕН ЧЫОНГ КУЭ

ОБ ОДНОЙ ГРАНИЧНОЙ ЗАДАЧЕ ТЕОРИИ АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 22.5.1975)

Пусть S^+ — конечная односвязная область на плоскости комплексной переменной z, ограниченная простым гладким замкнутым контуром Ляпунова L.

Рассматривается следующая граничная задача: найти вектор-функцию $f(z)=(f_1, \ldots, f_n)$, голоморфную в области S^+, имеющую непрерывные производные до N-го порядка в замкнутой области $S^+ + L$, по граничному условию

$$\sum_{\alpha=0}^{N} \operatorname{Re}\left[A^{(\alpha)}(t_0)\, f^{(\alpha)}(t_0) + \int_L h^{(\alpha)}(t_0, t)\, f^{(\alpha)}(t)\, ds\right] = b(t_0), \quad t_0 \in L, \tag{1}$$

где $f^{(\alpha)}(z)$ обозначает производную $f(z)$ порядка α; $b(t)=(b_1, \ldots, b_n)$ — заданный вектор; $A^{(\alpha)}(t)=\|A_{ij}^{(\alpha)}\|$; $h^{(\alpha)}(t_0, t)=\|h_{ij}^{(\alpha)}\|$ $(i, j=1, \ldots, n)$ — заданные квадратные матрицы n-го порядка, удовлетворяющие на L условию Гёльдера; s — дуговая абсцисса.

Граничная задача (1) при $n=1$ была изучена И. Н. Векуа [1] (см. также [2, 3]).

Н. П. Векуа эта задача исследована также при $n \geqslant 1$ [2] (он рассматривает и случай разрывных функций). В этих работах принимается условие, что

$$\det A^{(N)}(t) \neq 0 \quad \text{всюду на } L. \tag{2}$$

В настоящей статье рассматривается случай, когда условие (2) нарушается из-за того, что старшие производные некоторых компонент $f(z)$ не участвуют в граничном условии (1), т. е. когда в матрицах $A^{(\alpha)}(t)$ и $h^{(\alpha)}(t_0, t)$ элементы $A_{ik}^{(\alpha)}$ и $h_{ik}^{(\alpha)}$ равны нулю при $k=s+1, \ldots, n$ и $\alpha=m+1, \ldots, N$; $0 \leqslant m < N$. Видоизменив соответственно с этим постановку задачи, будем искать решение граничной задачи в виде [1, 3]

$$f_k(z)=\int_L \varphi_k(t)\left(1-\frac{z}{t}\right)^{N-1} \ln\left(1-\frac{z}{t}\right) ds + \int_L \varphi_k(t)\, ds + i c_k, \quad k=1, \ldots, s,$$

$$f_k(z)=\int_L \varphi_k(t) \frac{t\, ds}{t-z} + i c_k, \quad k=s+1, \ldots, n; \quad m=0, \tag{3}$$

$$f_k(z) = \int\limits_L \varphi_k(t)\left(1 - \frac{z}{t}\right)^{m-1} \ln\left(1 - \frac{z}{t}\right) ds + \int\limits_L \varphi_k(t)\, ds + ic_k,$$

$$k = s+1, \ldots, n; \quad m > 0.$$

где $\varphi(t)$ — искомая действительная функция класса H и c_k — искомая вещественная постоянная, определяемые единственным образом при данном $f_k(z)$. Под $\ln\left(1 - \frac{z}{t}\right)$ понимается та ветвь этой функции, которая обращается в нуль при $z=o$.

С помощью этих представлений приводим граничную задачу (1) к системе сингулярных интегральных уравнений вида

$$K\varphi = A(t_0)\,\varphi(t_0) + \frac{B(t_0)}{\pi i}\int\limits_L \frac{\varphi(t)\,dt}{t - t_0} + \frac{1}{2\pi i}\int\limits_L K^{(1)}(t_0,\ t)\,\varphi(t)\ln\left(1 - \frac{t_0}{t}\right) dt +$$

$$+ \frac{1}{2\pi i}\int\limits_L K^{(2)}(t_0,\ t)\,\varphi(t)\ln\left(1 - \frac{t}{t_0}\right) dt + \int\limits_L K^{(3)}(t_0,\ t)\,\varphi(t)\,dt = \Phi(t_0), \qquad (4)$$

где приняты следующие обозначения (случай $0 < m < N$):

$A(t) = \| A_{ik} \|$; $B(t) = \| B_{ik} \|$ $i, k = 1, \ldots, n$, причем $A_{ik} = \mathrm{Re}\,[\pi i \varepsilon_k \bar{t}'\, t^{1-n_k} A_{ik}^{(n_k)}(t)]$,

$$B_{ik} = \pi i\, \mathrm{Re}\,[\varepsilon_k \bar{t}'\, t^{1-n_k} A_{ik}^{(n_k)}(t)]; \quad \varepsilon_k = \varepsilon_N, \quad n_k = N \text{ при } k = 1, \ldots, s,$$

$$\varepsilon_k = \varepsilon_m, \quad n_k = m \text{ при } k = s+1, \ldots, n; \quad \varepsilon_p = (-1)^p (p-1)!$$

$K^{(\gamma)}(t_0,\ t)\,(\gamma = 1,\ 2,\ 3)$ — вполне определенные матрицы класса H, которые выражаются через матрицы $A^{(\alpha)}(t)$ и $h^{(\alpha)}(t_0,\ t)$; $\Phi(t) = b(t) - \sigma(t)C$, причем C — искомый постоянный вещественный вектор; $\sigma(t)$ — матрица вида $\sigma(t) = \mathrm{Re}\left[iA^{(0)}(t) + i\int\limits_L h^{(0)}(t_0,\ t)\,ds\right]$.

Для случая $m=o$ получим такие же формулы, в которых следует считать, что $\varepsilon_0 = 1$, $R_0(t_0,\ t) = \frac{t}{t - t_0}$.

Введем обозначения: $K^{(1)}(t,\ t) = \gamma(t)$; $K^{(2)}(t,\ t) = \delta(t)$;

$$S(t) = A(t) + B(t) = \| S_{ik} \|; \quad T(t) = A(t) - B(t) = \| T_{ik} \|, \quad i,\ k = 1, \ldots, n, \qquad (5)$$

$S_{ik} = \pi i \varepsilon_k \bar{t}'\, t^{1-n_k} A_{ik}^{(n_k)}(t)$; $T_{ik} = -\pi i \varepsilon_k t'\, \bar{t}^{1-n_k} \overline{A_{ik}^{(n_k)}}(t)$. Отсюда видно, что ранги матрицы (5) равны друг другу, $r_1 = r_2 = r$, так как элементы матриц $S(t)$ и $T(t)$ сопряжены.

Легко проверить, что в случае, когда $\det S(t) \neq 0$ и $\det T(t) \neq 0$ всюду на L, т. е. уравнение (4) нормального типа, все результаты, полученные в работе [2] относительно граничной задачи (1), остаются в силе для нашего случая.

Пусть теперь $\det S(t)=0$ и $\det T(t)=0$ всюду на L. Предположим, что ранги матриц $S(t)$ и $T(t)$ не меняются всюду на L. (6)

Допуская, что коэффициенты $A(t)$, $B(t)$, $K^{(\gamma)}(t_0, t)$ $(\gamma=1, 2, 3)$ уравнения (4) и функция $t=t(s)$ имеют производные до 3-го порядка класса H, вектор $\Phi(t)$ имеет первую производную класса H, будем разыскивать решение уравнения (4) в классе векторов, имеющих первую производную класса H.

Обозначим через $\sigma_1(t)$ и $\sigma_2(t)$ квадратные матрицы n-го порядка, элементы которых имеют производную до 3-го порядка класса H, удовлетворяющие условиям $\det\sigma_1(t)\neq 0$; $\det\sigma_2(t)\neq 0$; $S(t)\sigma_1^{(q)}(t)=0$; $T(t)\sigma_2^{(q)}(t)=0$; $(q=r+1, \ldots, n)$ $t\in L$. $\sigma_1^{(q)}(t)$ и $\sigma_2^{(q)}(t)$ — столбцы матриц $\sigma_1(t)$ и $\sigma_2(t)$. При выполнении условия (6) матрицы $\sigma_1(t)$ и $\sigma_2(t)$ всегда можно построить [4].

Обозначим через $\Omega_1(t)$ и $\Omega_2(t)$ матрицы, столбцами которых являются векторы $S(t)\sigma_1^{(\rho)}(t)$, $-t\gamma(t)\sigma_1^{(q)}(t)$ и $T(t)\sigma_2^{(\rho)}(t)$, $t\delta(t)\sigma_2^{(q)}(t)$; $\rho=1, \ldots, r$; $q=r+1, \ldots, n$. Пусть матрицы $\Omega_1(t)$ и $\Omega_2(t)$ удовлетворяют условию

$$\det\Omega_1(t)\neq 0 \quad \text{и} \quad \det\Omega_2(t)\neq 0. \tag{7}$$

Введем следующую подстановку [4]:

$$\varphi(t)=\mu(t)+\sigma_2(t)D\cdot\left[F^-(\sigma_2^{-1}(t)\mu(t))-t\frac{d}{dt}F^-(\sigma_2^{-1}(t)\mu(t))\right]+$$
$$+t\sigma_1(t)D\cdot\frac{d}{dt}F^+(\sigma_1^{-1}(t)\mu(t))+l(\mu), \tag{8}$$

где через $F^{\pm}(\mu)$ и $l(\mu)$ обозначены операторы

$$F^{\pm}(\mu)=\pm\frac{1}{2}\mu(t_0)+\frac{1}{2\pi i}\int\limits_L\frac{\mu(t)\,dt}{t-t_0},$$

$$l(\mu)=t\sigma_1(t)D\cdot\frac{d}{dt_0}F^+\left[\sigma_1^{-1}(t_0)\sigma_2(t_0)D\cdot\left(F^-(\sigma_2^{-1}(t_0)\mu(t_0))-\right.\right.$$
$$\left.\left.-t\frac{d}{dt_0}F^-(\sigma_2^{-1}(t_0)\mu(t_0))\right)\right];$$

$D=\|D_{ik}\|$ — матрица n-го порядка; $D_{ik}=0$, $i=k\leqslant r$ и $i\neq k$; $D_{kk}=1$, $k=r+1,\ldots, n$.

Относительно нового искомого вектора получаем уравнение

$$\alpha(t_0)\mu(t_0)+\frac{\beta(t_0)}{\pi i}\int\limits_L\frac{\mu(t)\,dt}{t-t_0}+\frac{1}{2\pi i}\int\limits_L K_1^*(t_0, t)\mu(t)\ln\left(1-\frac{t_0}{t}\right)dt+$$

$$+\frac{1}{2\pi i}\int\limits_L K_2^*(t_0, t)\mu(t)\ln\left(1-\frac{t}{t_0}\right)dt+\int\limits_L K_3^*(t_0, t)\mu(t)\,dt=\Phi(t_0), \tag{9}$$

$$\alpha(t)=\frac{1}{2}\left[\Omega_1(t)\sigma_1^{-1}(t)+\Omega_2(t)\sigma_2^{-1}(t)\right];\quad \beta(t)=\frac{1}{2}\left[\Omega(t)\sigma_1^{-1}(t)-\Omega_2(t)\sigma_2^{-1}(t)\right],$$

где $K_\gamma^*(t_0, t)$ $(\gamma=1, 2, 3)$ вполне определяются через матрицы $A(t)$, $B(t)$ и $K^{(\gamma)}(t_0, t)$. Если условия (6) и (7) выполнены, то система уравнений (9) нормального типа и для нее справедливы теоремы Нетера [4].

Формула (8) устанавливает взаимно-однозначное соответствие между решениями уравнений (9) и (4).

Имеют место предложения:

1) для разрешимости уравнения (4) и, следовательно, для разрешимости задачи (1) необходимо и достаточно, чтобы имели место равенства

$$\int_L [b(t)-\sigma(t)C]\overset{(\alpha)}{\psi}(t)\,dt=0, \quad \alpha=1, \ldots, l',$$

где $\overset{(\alpha)}{\psi}(t)$ — полная система линейно-независимых (над полем вещественных чисел) решений союзного однородного уравнения $K'\psi=0$;

2) $l-l'=\varkappa=\dfrac{1}{2\pi}\left[\arg\dfrac{\det(\Omega_2(t)\,\sigma_1(t))}{\det(\Omega_1(t)\,\sigma_2(t))}\right]_L$, где l, l' — число линейно-независимых решений класса H однородных уравнений $K\varphi=0$ и $K'\psi=0$;

3) пусть G — матрица

$$G=\left\|\int_L \overset{(\alpha)}{\psi}(t)\,\overset{(\beta)}{\sigma}(t)\,ds\right\|, \quad \alpha=1, \ldots, l', \tag{10}$$

$\overset{(\beta)}{\sigma}(t)$, $\beta=1, \ldots, n$ — столбцы матрицы $\sigma(t)=\operatorname{Re}\left[iA^{(0)}(t)+i\int_L h^{(0)}(t_0, t)\,ds\right]$;

для того чтобы граничная задача (1) имела решение для произвольной правой части $b(t_0)$, необходимо и достаточно, чтобы ранг матрицы (10) был равен l'.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 23.5.1975)

მათემატიკა

ნგუენ ჩიონგ კუე

ანალიზურ ფუნქციათა თეორიის ერთი სასაზღვრო ამოცანის შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში შესწავლილია (1) სახის სასაზღვრო ამოცანა ჰოლომორფული ვექტორისათვის, როცა დარღვეულია ნორმალურობის (2) პირობა.

MATHEMATICS

NGUYEN CHON QUE

ON A BOUNDARY VALUE PROBLEM OF THE THEORY OF ANALYTIC FUNCTIONS

Summary

The boundary value problem of type (1) for holomorphic vector when the condition of normality (2) is broken is considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Н. Векуа. Труды Тбилисского матем. ин-та, т. XI, 1942.
2. Н. П. Векуа. Системы сингулярных интегральных уравнений. М., 1970.
3. Н. И. Мусхелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1968.
4. Н. Е. Товмасян. Дифф. урав., т. III, № 1, 1967.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 513.88

МАТЕМАТИКА

Д. Н. ЗАРНАДЗЕ

ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ ЭЛЕМЕНТА НАИЛУЧШЕГО ПРИБЛИЖЕНИЯ ЛИНЕЙНЫМИ ФУНКЦИОНАЛАМИ В ЛИНЕЙНЫХ МЕТРИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиашвили 13.3.1975)

Используемые в данной заметке понятия и обозначения взяты из работ [1—4].

Мы всегда будем полагать, что (E, d) — комплексное линейное топологическое пространство с нормозначной метрикой d. В силу известного предложения (см. [5], стр. 29) для всех $r \in]0, M[$ справедливо равенство

$$\{x \in E;\ d(x, 0) = r\} = \{x \in E;\ p_r(x) = 1\},$$

где M — наименьшая верхняя грань метрики d на E.

Для всех $r \in]0, M[$ обозначим через Γ_r' минимальное фундаментальное множество линейных функционалов (см. [6]) на нормированном пространстве $E/\operatorname{Kern} p_r$. В силу одного известного предложения (см. [5], стр. 117) сопряженное к пространству $E/\operatorname{Kern} p_r$ отождествимо с аннулятором подпространства $\operatorname{Kern} p_r$ в E'. Через Γ_r будем обозначать образ Γ_r' при указанном отображении.

Теорема 1. *Пусть G — подпространство пространства (E, d) $f \in E \setminus G$ и $d(f, G) = r$. Тогда для $g_0 \in G$ следующие предложения эквивалентны*:

1°. $g_0 \in P_G(f, d)$.

2°. $(f + G) \cap \operatorname{int} U_r = \varnothing,\ f - g_0 \in U_r$.

3°. $\inf\limits_{g \in G} p_r(f - g) = p_r(f - g_0) = 1$.

4°. *Существует $F \in E'$ со свойствами*

$$\sup\{|F(x)|,\ x \in U_r\} = 1,$$
$$F(g) = 0, \qquad (g \in G),$$
$$F(x) = 0, \qquad (x \in \operatorname{Kern} p_r),$$
$$F(f - g_0) = p_r(f - g_0) = 1.$$

5°. *Для любой $g \in G$ существует $F \in \Gamma_r$, такой, что*

$$F(x) = 0, \qquad (x \in \operatorname{Kern} p_r),$$

$$|F(f-g_0)|=p_r(f-g_0)=1,$$
$$\mathrm{Re}\{F(g)F(f-g_0)\}\geqslant 0.$$

Эквивалентность 1°↔4° была недавно получена в [3] при предположении инъективности отображения d_G^f.

Эта теорема обобщает характеризацию элемента наилучшего приближения Зингера [7] и Колмогорова [6] для локально выпуклых метризуемых линейных топологических пространств с нормозначной метрикой.

В силу замечания Г. Альбинуса [1] E — локально выпуклое линейное топологическое пространство. Поэтому на E существует счетная база абсолютно выпуклых, уравновешенных, поглощающих, замкнутых и упорядоченных окрестностей нуля $\{V_n\}$ (см. [5], стр. 26). Для функционалов Минковского q_n, соответствующих V_n, будем иметь

$$q_1(x)\leqslant\ldots\leqslant q_n(x)\leqslant\ldots\ x\in E. \tag{1}$$

Можно также подразумевать, что полунормы из (1) попарно неэквивалентны.

Для нормозначной метрики и для всех $n\in N$ введем обозначения

$$A_n=\{r\in\,]0,\ M[,\ \text{где } p_r \text{ эквивалентна } q_n\}.$$

Определение 1. Мы будем говорить, что нормозначная метрика d на E имеет свойство (B) относительно последовательности полунорм (1), если выполнены следующие условия:

1°. Для всех $n\in N$ $A_n\neq\varnothing$.

2°. Для любой $r\in\,]0,\ M[$ существует $n_0\in N$, такой, что $r\in A_{n_0}$.

3°. Для любого $n\in N$ и для всех $s\in A_n$ существует $t>s$, такое, что $t\in A_n$.

Теорема 2. *Нормозначная метрика d на E имеет свойство (B) относительно последовательности* (1) *тогда и только тогда, когда существует строго убывающая, сходящаяся к нулю последовательность* $\{r_n\}_{n=0}^{\infty}$, *такая, что*

$$A_n=\,]r_n,\ r_{n-1}[\ \text{для всех } n\in N \text{ и } r_0=M.$$

Метрика, определенная формулой

$$d(f,g)=\sup_{n\in N}2^{-n}\frac{q_n(f-g)}{1+q_n(f-g)}\qquad (f,\ g\in E), \tag{2}$$

где $\{q_n\}$ взяты из (1), обладает свойством (B) относительно последовательности $\{q_n\}$. Для нее имеют место равенства $r_{n-1}=2^{-n}$, $n\in N$.

Нормозначная метрика, введенная Г. Альбинусом (см. [1]), тоже обладает свойством (B) относительно последовательности полунорм, которая входит в ее определение, и имеют место равенства $r_0=\infty$, $r_n=2^{-n+1}$, $n\in N$.

Теорема 3. *Пусть* (E, d)—*комплексное линейное метрическое пространство с нормозначной метрикой d, обладающей свойством* (B) *относительно*

сительно последовательности (1). *Пусть G—подпространство $E, f \in E \setminus G$ и $d(f, G) = r \in [r_n, r_{n-1}[$. Тогда для $g_0 \in G$ следующие предложения эквивалентны:*

1°. $g_0 \in P_G(f, d)$.

2°. $(f + G) \cap \mathrm{int} U_r = \varnothing, \quad f - g_0 \in U_r$.

3°. $\inf\limits_{g \in G} p_r(f - g) = p_r(f - g_0) = 1$.

4°. *Существует $F \in E'$ со свойствами*

$$F(x) = 0, \qquad (x \in \mathrm{Kern}\, q_n),$$

$$F(g) = 0, \qquad (g \in G),$$

$$\sup\{|F(x)|, \quad x \in U_r\} = 1,$$

$$F(f - g_0) = P_r(f - g_0) = 1.$$

5°. *Для всех $g \in G$ существует $F \in \Gamma_r$, такой, что*

$$F(x) = 0, \ (x \in \mathrm{Kern}\, q_n),$$

$$|F(f - g_0)| = p_r(f - g_0) = 1,$$

$$Re\{F(g) F(f - g_0)\} \geqslant 0.$$

Пусть E — счетно-нормированное пространство, топология которого определяется счетной последовательностью согласованных упорядоченных норм

$$\|\cdot\|_1 \leqslant \ldots \leqslant \|\cdot\|_n \leqslant \ldots \tag{3}$$

Тогда справедливы следующие предложения

Теорема 4. *Пусть (E, d)—счетно-нормированное пространство с нормозначной метрикой d, которая обладает свойством (B) относительно последовательности* (3), *G—подпространство пространства $E, f \in E \setminus G$, $d(f, G) = r \in [r_n, r_{n-1}[$, Тогда для $g_0 \in G$ следующие предложения эквивалентны:*

1°. $g_0 \in P_G(f, d)$.

2°. $(f + G) \cap \mathrm{int} U_r = \varnothing. \quad f - g_0 \in U_r$.

3°. $\inf\limits_{g \in G} p_r(f - g) = p_r(f - g_0) = 1$

4°. *Существует $F \in E'_n \subset E'$ со свойствами*

$$F(g) = 0, \ (g \in G),$$

$$\sup\{|F(x)|, \ x \in U_r\} = 1,$$

$$F(f - g_0) = p_r(f - g_0) = 1.$$

5°. *Для всех $g \in G$ существует $F \in \Gamma_r$, такой, что*

$$|F(f - g_0)| = p_r(f - g_0) = 1,$$

$$Re\{F(g) F(f - g_0)\} \geqslant 0.$$

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 519.21

МАТЕМАТИКА

С. Г. КАЛАНДАРИШВИЛИ

ОБ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ МЕР, СООТВЕТСТВУЮЩИХ ОДНОРОДНЫМ ГАУССОВСКИМ СЛУЧАЙНЫМ ПОЛЯМ, ОТЛИЧАЮЩИМСЯ КОРРЕЛЯЦИОННЫМИ ФУНКЦИЯМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 5.2.1975)

Пусть $t=(t_1, t_2, \ldots, t_n)\in T$, T—ограниченное подмножество R^N, R^N—N-мерное эвклидово пространство, $\xi_k(t)$, $k=1, 2$—действительные однородные гауссовские поля на T, $M\xi_k(t)=0$, $M\xi_k(t)\,\xi_k(s)=R_k(t-s)$, $k=1, 2$; ν_k, $k=1, 2$—меры, соответствующие случайным полям $\xi_k(t)$, $k=1, 2$. Будем считать, что случайные поля $\xi_k(t)$, $k=1, 2$ обладают спектральными плотностями $f_k(\lambda)$, $k=1, 2$, $\lambda=(\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n)\in R^N$, так что для функций $b(t, s)=R_2(t-s)-R_1(t-s)$ справедливо представление

$$b(t, s)=\int\limits_{R^N} \exp\{i(\langle\lambda, t\rangle-\langle\lambda, s\rangle)\}\,[f_2(\lambda)-f_1(\lambda)]\,d\lambda, \tag{1}$$

где

$$\langle\lambda, \tau\rangle=\lambda_1\tau_1+\ldots+\lambda_n\tau_n, \quad d\lambda=d\lambda_1, \ldots, d\lambda_n.$$

Обозначим $W_2(T)$ пространство всех функций $\varphi(\lambda, \mu)$ на $R^N\times R^N$ со скалярным произведением

$$(\varphi, \psi)=\int\limits_{R^N}\int\limits_{R^N} \varphi(\lambda, \mu)\,\overline{\psi(\lambda, \mu)}\,f_1(\lambda)\,f_2(\mu)\,d\lambda\,d\mu,$$

которое получается пополнением линейного пространства всех функций вида

$$\varphi_n(\lambda, \mu)=\sum_{k, p=1}^{n} c_{kp}^{(n)} \exp\{i(\langle\lambda, s_k\rangle-\langle\mu, t_p\rangle\}, \quad n=1, 2, \ldots,$$

где $s_1, s_2, \ldots, s_n$; $t_1, t_2, \ldots, t_n\in T$ и $c_{kp}^{(n)}$, $k, p=1, \ldots, n$—действительные числа.

Имеет место следующая теорема:

Теорема 1. *Меры ν_1 и ν_2 эквивалентны тогда и только тогда, когда существует функция $\varphi(\lambda, \mu)\in W_2(T)$, такая, что функция $b(t, s)=R_2(t-s)-R_1(t-s)$ допускает представление*

$$b(s, t)=\int\limits_{R^N}\int\limits_{R^N} \exp\{-i(\langle\lambda, s\rangle-\langle\mu, t\rangle)\}\,\varphi(\lambda, \mu)\,f_1(\lambda)\,f_2(\mu)\,d\lambda\,d\mu. \tag{2}$$

При этом плотность этих мер можно вычислить формулой

$$\frac{d\nu_2}{d\nu_1} = \lim_{n\to\infty} \exp\left\{ \int\limits_{R^N}\int\limits_{R^N} \varphi_n(\lambda,\ \mu)\,\Phi_1(d\lambda)\,\Phi_1(d\mu) - \int\limits_{R^N} \varphi_n(\lambda,\ \lambda) f_1(\lambda)\,d\lambda \right\}, \tag{3}$$

где $\Phi_1(\omega,\ d\mu)$ — *случайная мера поля* $\xi_1(t)$. $\lim\limits_{n\to\infty} \varphi_n(\lambda,\ \mu) = \varphi(\lambda,\ \mu)$.

Доказательство этой теоремы аналогично доказательству, которое дано в [1—3].

Будем называть обобщенным преобразованием Фурье преобразование Фурье обычных функций, рассматриваемых как обобщенные в смысле Шварца.

Из теоремы 1 легко вытекает

Теорема 2. *Для эквивалентности мер* ν_1 *и* ν_2 *необходимо и достаточно, чтобы функция* $b(t,\ s)$ *допускала такое продолжение на все пространство* $R^N \times R^N$, *обобщенное преобразование Фурье которого является обычной функцией* $B(\lambda,\ \mu)$, *такой, что*

$$\int\limits_{R^N}\int\limits_{R^N} \frac{|B(\lambda,\ \mu)|^2}{f_1(\lambda)\,f_2(-\mu)}\,d\lambda\,d\mu < \infty. \tag{4}$$

Пусть спектральные плотности $f_k(\lambda)$ $k=1,\ 2$ удовлетворяют условию

$$f_1(\lambda)\,f_2(\mu) \prod_{j=1}^{N} (1+\lambda_j^2)^{a_j}\,(1+\mu_j^2)^{b_j} \geqslant c = \text{const} + > 0, \tag{5}$$

где a_j и b_j $j=1,\ldots,N$ — положительные целые числа.

Имеет место следующая теорема:

Теорема 3. *Для эквивалентности мер* ν_1 *и* ν_2 *при условии* (5) *достаточно, чтобы разность корреляционных функций* $b(t,\ s)$ *обладала всеми производными вида*

$$\frac{\partial^{\sum\limits_{j=1}^{N} m_j+n_j} b(t,\ s)}{\partial t_1^{m_1},\ldots,\partial t_N^{m_N}\,\partial s_1^{n_1},\ldots,\partial s_N^{n_N}}, \qquad 0 \leqslant m_j \leqslant a_j,\quad 0 \leqslant n_j \leqslant b_j, \tag{6}$$

интегрируемыми с квадратом в $T \times T$, *и существовала функция* $B(t,\ s)$ $(t,\ s) \in R^N \times R^N$, *продолжающая* $b(t,\ s)$ *и обладающая производными* (6), *принадлежащими* $L_2(R^N \times R^N)$.

Если спектральные плотности $f_k(\lambda)$ $k=1,\ 2$ удовлетворяют условию

$$f_1(\lambda)\,f_2(\mu) \prod_{j=1}^{N} (1+\lambda_j^2)^{a}\,(1+\mu_j^2)^{b_j} \leqslant c = \text{const} < \infty, \tag{7}$$

где a_j и b_j — положительные целые числа, то необходимое условие эквивалентности можно формулировать следующим образом:

Теорема 4. *Для эквивалентности мер ν_1 и ν_2 при условии* (7) *необходимо, чтобы разность корреляционных функций* $b(t, s)$ *обладала всеми производными вида* (6), *интегрируемыми с квадратом в* $T \times T$.

Производная функций понимается в том смысле, как это определено в [4].

Тбилисский государственный университет

(Поступило 14.2.1975)

მათემატიკა

ს. კალანდარიშვილი

განსხვავებული კორელაციის ფუნქციების მქონე გაუსის ერთგვაროვანი შემთხვევითი ველების მიერ ინდუცირებული ზომების ეკვივალენტობის შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში დამტკიცებულია რამდენიმე თეორემა განსხვავებული კორელაციის ფუნქციების მქონე გაუსის ერთგვაროვანი შემთხვევითი ველების მიერ ინდუცირებული ზომების ეკვივალენტობის აუცილებელი და საკმარისი პირობების შესახებ კორელაციის ფუნქციისა და სპექტრული სიმკვრივის ტერმინებში.

MATHEMATICS

S. G. KALANDARISHVILI

ON THE EQUIVALENCE OF MEASURES CORRESPONDING TO HOMOGENEOUS GAUSSIAN FIELDS WITH DIFFERENT CORRELATION FUNCTIONS

Summary

Several theorems on the necessary and sufficient conditions for the equivalence of measures corresponding to homogeneous Gaussian fields with different correlation functions are proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. А. Розанов. Труды МИАН СССР, CVIII, 1968.
2. З. С. Зеракидзе. Труды Ин-та прикладной математики Тбилисского гос. ун-та, 2, 1969.
3. С. М. Красницкий. О некоторых задачах статистики однородных случайных гауссовских полей. Автореферат, Киев, 1973.
4. С. М. Никольский. Приближение функций многих переменных и теоремы вложения. М., 1969.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 513.83

МАТЕМАТИКА

М. Т. КВАНЧИЛАШВИЛИ

НОРМАЛЬНОСТЬ И СПЕКТРЫ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 15.6.1975)

Определение 1. Пусть $\varphi: A \to B$ — эпиморфизм топологических пространств. Пара (X, Y) с вложением $i: Y \to X$ называется φ-нормальной, если для любой коммутативной диаграммы

$$\begin{tikzcd} A \arrow[r, "\varphi"] & B \\ Y \arrow[u, "g"] \arrow[r, "i"] & X \arrow[u, "f"'] \end{tikzcd}$$

существует непрерывное отображение $\bar{f}: X \to A$, такое, что диаграмма

$$\begin{tikzcd} A \arrow[r, "\varphi"] & B \\ Y \arrow[u, "g"] \arrow[r, "i"] & X \arrow[u, "f"'] \arrow[ul, "\bar{f}"'] \end{tikzcd}$$

коммутативна. Пространство X называется φ-нормальным, если пара $(X, \varnothing)$ φ-нормальна.

Введем на множествах $J_0=\{0, 1, 2\}$ и $J_1=\{0, 1, 2, 3, 4\}$ топологии, объявив четные точки замкнутыми, а нечетные — открытыми множествами, и рассмотрим непрерывное отображение $q_0: J_1 \to J_0$, определенное формулой $q_0(m) = \left[\frac{m}{4}\right] + \left[\frac{m+3}{4}\right]$, $m \in J_1$.

Предложение 1. Пространство X нормально тогда и только тогда, когда оно q_0-нормально.

Предложение 2. Если пространство X нормально, а Y замкнуто в X, то пара (X, Y) q_0-нормальна.

Определение 2. Типом нормальности называется тройка $(\tau, \varphi: A \to B,\ j: A \to B^{\tau})$, где τ—кардинальное число, φ—эпиморфизм, а j—мономорфизм топологических пространств. Число τ называется мощностью данного типа нормальности.

Тройка $(2,\ q_0: J_1 \to J_0,\ j_*: J_1 \to J_0^2) = \nu_*$, где мономорфизм j_* определяется формулой $j_*(m) = \left(m+(2-m)\left[\frac{m}{3}\right], (m-2)\left[\frac{m}{3}\right]\right)$, $m \in J_1$, является типом нормальности мощности 2.

Типы нормальности мощности τ образуют категорию TN_τ, в которой морфизмами между $\nu_1=(\tau,\ \varphi_1:A_1\to B_1,\ j_1:A_1\to B_1^\tau)$ и $\nu_2=(\tau,\ \varphi_2:A_2\to B_2,\ j_2:A_2\to B_2^\tau)$ служат пары непрерывных отображений вида $(\alpha:A_1\to A_2,\ \beta:B_1\to B_2)$, для которых диаграммы

$$
\begin{tikzcd}
B_1 \arrow[d, "\beta"'] & A_1 \arrow[l, "\varphi_1"'] \arrow[r, "j_1"] \arrow[d, "\alpha"] & B_1^\tau \arrow[d, "\beta^\tau"] \\
B_2 & A_2 \arrow[l, "\varphi_2"] \arrow[r, "j_2"'] & B_2^\tau
\end{tikzcd}
$$

коммутативны. Можно построить некоторый ковариантный функтор Σ_∞ из категории TN_τ в категорию Top топологических пространств и непрерывных отображений следующим образом:

Определение 3. Характеристический спектр $S[\nu]$ данного типа нормальности $\nu=(\tau,\ \varphi:A\to B,\ j:A\to B^\tau)$ есть счетный обратный спектр $\{\Sigma_{\nu,n};\ \sigma_{\nu,n}\}_{n\in N}$, который строится следующим рекуррентным образом:

$$\Sigma_{\nu,0}=B,\ \Sigma_{\nu,1}=A,\ \sigma_{\nu,0}=\varphi,\ j_{\nu,0}=j;$$

$$\Sigma_{\nu,n+2}=(\sigma_{\nu,n}^\tau)^{-1}(j_{\nu,n}(\Sigma_{\nu,n+1})),\ n\in N;$$

$$j_{\nu,n+1}=id_{\Sigma^\tau_{\nu,n+1}}|\Sigma_{\nu,n+2},\ n\in N;$$

$$\sigma_{\nu,n+1}=j_{\nu,n}^{-1}\circ\sigma^\tau_{\nu,n}\circ j_{\nu,n+1},\ n\in N.$$

Пусть $\Sigma_\infty(\nu)=\underleftarrow{\lim}S[\nu]$, а $\pi_{\nu,n}:\Sigma_\infty(\nu)\to\Sigma_{\nu,n}$, $n\in N$ — естественные проекции. Каждый морфизм $\nu_1\to\nu_2$ из категории TN_τ естественным образом индуцирует морфизм спектров $S[\nu_1]\to S[\nu_2]$, а значит, и непрерывное отображение из $\Sigma_\infty(\nu_1)$ в $\Sigma_\infty(\nu_2)$. Тем самым функтор $\Sigma_\infty:TN_\tau\to Top$ построен.

Пусть $J=[0,1]$. Построим отображения $\varkappa_n:J\to N$, $n\in N$, определенные формулами

$$\varkappa_n(\xi)=\begin{cases}2k, & \xi=\dfrac{k}{2^n}\\[2mm] 2k+1, & \dfrac{k}{2^n}<\xi<\dfrac{k+1}{2^n}\end{cases},\quad \xi\in J.$$

Если для любого $n\in N$ факторпространство пространства J по разбиению $\{\varkappa_n^{-1}(m)\}_{m\in\varkappa_n(J)}$ обозначено через $\widetilde{J}_n$, то естественные факторотображения $i_n:J\to\widetilde{J}_n$ и $\widetilde{q}_n:\widetilde{J}_{n+1}\to\widetilde{J}_n$ образуют коммутативные диаграммы вида

$$
\begin{tikzcd}
\widetilde{J}_n & & \widetilde{J}_{n+1} \arrow[ll, "\widetilde{q}_n"'] \\
& J \arrow[ul, "i_n"] \arrow[ur, "i_{n+1}"'] &
\end{tikzcd}
$$

Обозначим спектр $\{\widetilde{J}_n,\ \widetilde{q}_n\}_{n\in N}$ через S_J, а его предел — через $\widetilde{J}_\infty$.

Предложение 3. Характеристический спектр $S[\nu_*]$ изоморфен спектру S_J, а пространство $\Sigma_\infty(\nu_*)$ гомеоморфно пространству $\widetilde{J}_\infty$.

Определение 4. Пространство Σ называется пространством типа нормальности ν, если Σ есть ретракт пространства $\Sigma_\infty(\nu)$.

Таким образом, с каждым пространством Σ типа нормальности ν связаны вложение $i^\nu_\Sigma : \Sigma \to \Sigma_\infty(\nu)$ и обратная этому вложению ретракция $R^\nu_\Sigma : \Sigma_\infty(\nu) \to \Sigma$.

Предложение. 4. Пространство J есть пространство типа нормальности ν_*.

Характеристический спектр $S[\nu]$ любого типа нормальности ν обладает следующим индуктивным свойством:

Предложение 5. Если пара (X, Y) $\sigma_{\nu,n}$-нормальна, то она $\sigma_{\nu,n+1}$-нормальна и $\pi_{\nu,n}$-нормальна.

Индуктивное свойство характеристического спектра $S[\nu_*]$ играет главную роль при доказательстве леммы Урысона и теоремы Титце. Пусть X — нормальное пространство, а (Y_1, Y_2) — пара непересекающихся замкнутых подмножеств пространства X, соответствующая непрерывному отображению $f_0 : X \to J_0$. Так как X q_0-нормально, то оно $\pi_{\nu_*,0}$-нормально и существует непрерывное отображение $f_\infty : X \to \Sigma_\infty(\nu_*)$, для которого диаграмма

$$\begin{tikzcd}
J_0 & & \Sigma_\infty(\nu_*) \arrow[ll, "\pi_{\nu_*,0}"'] \\
& X \arrow[ul, "f_0"] \arrow[ur, "f_\infty"'] &
\end{tikzcd}$$

коммутативна. Ясно, что композиция $R^{\nu_*}_J \circ f_\infty$ является функцией Урысона, отделяющей пару (Y_1, Y_2). Пусть теперь Y — замкнутое подмножество нормального пространства X, а $g : Y \to J$ — непрерывное отображение. Так как пара (X, Y) q_0-нормальна, то она $\pi_{\nu_*,0}$-нормальна и если $g_0 : X \to J_0$ является распространением композиции $\pi_{\nu_*,0} \circ i^{\nu_*}_J \circ g$ (таковое всегда существует, так как Y замкнуто), то существует непрерывное отображение $g_\infty : X \to \Sigma_\infty(\nu_*)$, такое, что диаграмма

$$\begin{tikzcd}
J_0 & & \Sigma_\infty(\nu_*) \arrow[ll, "\pi_{\nu_*,0}"'] \\
X \arrow[u, "g_0"] \arrow[urr, "g_\infty"] & & Y \arrow[ll, "i"] \arrow[u, "i^{\nu_*}_J \circ g"']
\end{tikzcd}$$

коммутативна. Ясно, что композиция $R^{\nu_*}_J \circ g_\infty$ есть распространение g.

Определение 5. Пусть Σ — пространство типа нормальности ν, а $g : Y \to \Sigma$ — непрерывное отображение. Композиция $\chi_\nu(g) = \pi_{\nu,0} \circ i^\nu_\Sigma \circ g$ называется ν-схемой отображения g.

Следующая теорема обобщает теорему Титце о распространении:

Теорема. *Пусть Σ—пространство типа нормальности $\nu=(\tau, \varphi, j)$, пара (X, Y) φ-нормальна и $g: Y \to \Sigma$—непрерывное отображение. Тогда если ν-схема отображения g распространяется на X, то и g распространяется на X.*

Аналогичную теорему и все нужные для нее определения можно сформулировать не только в категории топологических пространств, но и в любых категориях, в которых существуют обратные пределы и полные прообразы.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 13.6.1975)

მათემატიკა

მ. კვანჭილაშვილი

ნორმალობა და სპექტრები

რეზიუმე

განზოგადებულია ტოპოლოგიური სივრცის ნორმალობის ცნება, შემოტანილია ნორმალობის ტიპის ცნება და შებრუნებული სპექტრების აპარატის გამოყენებით მიღებულია ნორმალობის მოცემული ტიპის სივრცეში ასახვათა განვრცობის თეორემა, რომელიც აზოგადებს ტიტცეს ცნობილ თეორემას ნორმალური სივრცის ჩაკეტილ ქვესიმრავლეზე განსაზღვრული ფუნქციის განვრცობის შესახებ.

MATHEMATICS

M. T. KVANCHILASHVILI

NORMALITY AND SPECTRA

Summary

The notion of a normal topological space has been generalised and the notion of a normality type of space has been defined. The theorem on the extension of mappings in the space of the given normality type has been proved.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 519.4

МАТЕМАТИКА

А. Д. ТАВАДЗЕ

О ПРОНИЛЬПОТЕНТНЫХ ГРУППАХ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 22.1.1975)

Напомним определение холловской степенной группы [1]. Пусть W — биномиальное кольцо, т. е. область целостности, содержащая кольцо целых чисел Z в качестве подкольца, и вместе с каждым элементом λ все биномиальные коэффициенты

$$\binom{\lambda}{n} = \frac{\lambda(\lambda-1)\cdots(\lambda-n+1)}{n!}, \quad n = 1, 2, \dots$$

(таким кольцом, в частности, является любое поле нулевой характеристики). Пусть G —группа, в которой для любых x из G и λ из W однозначно определен элемент $x^\lambda \in G$, причем выполняются следующие аксиомы:

1) $x^1 = x, \quad 1^\lambda = 1, \qquad x^{\lambda+\mu} = x^\lambda x^\mu, \; x^{\lambda\mu} = (x^\lambda)^\mu,$

2) $y^{-1} x^\lambda y = (y^{-1} xy)^\lambda.$

Такую группу будем называть полуоператорной W-группой.

Полуоператорная W-группа называется W-степенной группой, если она нильпотентна (как абстрактная группа) и выполнена аксиома

3) $x_1^\lambda x_2^\lambda \cdots x_n^\lambda = \tau_1(x_1, \dots, x_n)\, \tau_2^{\binom{\lambda}{2}}(x_1, \dots, x_n) \cdots \tau_m^{\binom{\lambda}{m}}(x_1, \dots, x_n),$

где m — класс нильпотентности группы G, $\tau_i(x_1, \dots, x_n)$ — так называемые слова Петреско, являющиеся произведениями коммутаторов веса $\geqslant i$, причем $\tau_1(x_1, \dots, x_n) = x_1 x_2 \dots x_n$ (естественность этой аксиомы объясняется тем, что она автоматически выполняется в обычных группах, т. е. в случае, когда $W = Z$; в общем случае она заменяет модульный закон дистрибутивности). Заметим, что в W-степенной группе аксиома $1^\lambda = 1$ следует из остальных аксиом.

Поскольку для каждого λ возведение в степень λ является унарной операцией, W-степенные группы, как и вообще полуоператорные W-группы, являются универсальными алгебрами, даже мультиоператорными группами; именно в этом смысле понимаются гомоморфизмы и относительно свободные группы. Напомним еще, что ядра гомоморфизма мультиоператорных групп называются идеалами.

Пусть L — нильпотентная алгебра Ли над полем W нулевой характеристики. С помощью операции Кэмпбелла—Хаусдорфа

$$xoy = x + y + \frac{1}{2}[x, y] + \cdots$$

она превращается в группу (в силу нильпотентности L этот ряд обрывается на конечном месте). Если на этой группе задать возведение в степень по правилу $x^{\lambda} = \lambda x$, то L превращается в W-степенную группу. Обозначим ее через L^0.

Можно показать следующее:

1. Из подходящей нильпотентной алгебры L в качестве L^0 может быть получена любая W-степенная группа над полем W.

2. W-степенные группы $L^0{}_1$ и $L^0{}_2$ изоморфны тогда и только тогда, когда изоморфны алгебры L_1 и L_2; более того, отображение $\varphi : L_1 \to L_2$ является групповым W-гомоморфизмом тогда и только тогда, когда оно является гомоморфизмом алгебр.

3. W-степенная группа L^0 относительно свободна тогда и только тогда, когда относительно свободна алгебра L.

В случае, когда W — поле рациональных чисел, эти результаты получены в работах [2—4]. (В общем случае см. также [5]).

Нашей основной целью является обобщение понятия холловской W-степенной группы для ненильпотентных групп и обобщение для них перечисленных результатов Переход к ненильпотентным группам связан с введением топологии.

Определение. Полная топологическая группа G называется пронильпотентной W-группой над биномальным кольцом W, если она является полуоператорной W-группой, причем каждое отображение $x \to x^{\lambda}$ непрерывно по x для любого $\lambda \in W$ и выполнены аксиомы:

1. Если G_i — наименьший идеал в G, содержащий i-й член нижнего центрального ряда группы G, то его замыкание $\overline{G_i}$ открыто в G.

2. Идеалы $\overline{G_i}$, $i = 1, 2, \ldots$ образуют полную систему окрестностей единицы.

3. При любом i $G/\overline{G_i}$ является холловской W-степенной группой.

Большой запас примеров таких групп в случае, когда W — кольцо целых чисел, можно получить, если брать нильпотентно аппроксимируемые группы и пополнять их относительно топологии, определяемой нижним центральным рядом.

Произвольная пронильпотентная W-группа G является пределом обратного спектра дискретных W-степенных групп $G/\overline{G_i}$ с очевидными эпиморфизмами. Ее можно также определить на этом языке как предел обратного спектра W-степенных групп G_i, $i = 1, 2, \ldots$, если все гомоморфизмы $\pi_i : G_{i+1} \to G_i$ являются эпиморфизмами, G_i нильпотентная класса i и $\ker \pi_i$ совпадает с $(i+1)$-м членом нижнего центрального ряда группы G_{i+1}.

Заметим, что произвольный предел обратного спектра W-степенных групп не будет, вообще говоря, пронильпотентной группой, так как из нашего определения следует, что всякая нильпотентная группа должна быть дискретной.

Второе замечание состоит в том, что замкнутая W-допустимая подгруппа пронильпотентной W-группы не обязана быть пронильпотентной W-группой, поскольку она может, например, оказаться нильпотентной и недискретной.

С другой стороны, справедливо

Предложение 1. Фактор-группа пронильпотентной W-группы по замкнутому идеалу является пронильпотентной W-группой.

По аналогии с понятием пронильпотентной группы можно ввести понятие пронильпотентной алгебры Ли, как полной топологической алгебры над дискретным кольцом W, у которой замыкания членов нижнего центрального ряда открыты и образуют полную систему окрестностей нуля.

Предложение 2. Пусть L — пронильпотентная алгебра над полем W нулевой характеристики. Тогда относительно операции Кэмпбелла—Хаусдорфа и возведения в степень $x^{\lambda} = \lambda x$ она является пронильпотентной W-группой, причем замыкания членов ее нижнего центрального ряда совпадают с замыканиями наименьших идеалов, порожденных членами нижнего центрального ряда группы.

Если L — пронильпотентная алгебра Ли над полем W, то полученную из нее пронильпотентную W-группу обозначим через L^0.

Теорема. *Всякая пронильпотентная W-группа над полем W может быть получена в качестве L^0 из подходящей пронильпотентной алгебры Ли L. Непрерывное отображение $\varphi: L_1 \to L_2$ является гомоморфизмом W-групп тогда и только тогда, когда оно является гомоморфизмом алгебр. L^0 тогда и только тогда является относительно свободной пронильпотентной W-группой, когда L—относительно свободная пронильпотентная алгебра.*

В этой теореме под относительно свободной пронильпотентной W-группой (соответственно алгеброй) понимается группа (алгебра) с системой топологических образующих x_{α}, $\alpha \in M$, любое отображение которых в эту группу (алгебру) продолжается до непрерывного эндоморфизма.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 23.1.1975)

მათემატიკა

ა. თავაძე

პრონილპოტენტური ჯგუფების შესახებ

რეზიუმე

მოცემულია პრონილპოტენტური ჯგუფის ცნება, რომელშიც განმარტებულია ახარისხება მაჩვენებლებით ბინომიალური რგოლიდან.

ეს ცნება წარმოადგენს ჰოლის ხარისხოვანი ნილპოტენტური ჯგუფის ცნების ბუნებრივ ტოპოლოგიურ განზოგადებას. განმარტებულია აგრეთვე ლის

პრონილპოტენტური ალგებრა. ძირითადი შედეგი მდგომარეობს ასეთ ჯგუფებსა და პრონილპოტენტურ ლის ალგებრებს შორის ურთიერთცალსახა თანადობის დამყარებაში იმ შემთხვევისათვის, როცა რგოლი ველს წარმოადგენს.

MATHEMATICS

A. D. TAVADZE

ON PRONILPOTENT GROUPS

Summary

The paper introduces the notion of a pronilpotent group, in which the raising to the power with exponents from the binomial ring is defined.

This notion is a natural topological generalization of the notion of Hall's power nilpotent groups. Lie pronilpotent algebra is also defined. It is established that there is a one-to-one correspondence between the pronilpotent Lie algebras and such groups when the ring is a field.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. Холл. Математика, 12:1, 1968, 3—36.
2. К. К. Андреев. Алгебра и логика, 7, № 4, 1968, 4—14.
3. А. И. Мальцев. Изв. АН СССР, сер. матем., 13, 1949, 201—212.
4. M. Lazard. Ann. Sci. Ecole norm. super., 71, 1954, 101—190.
5. Е. М. Левич. Труды Рижского алгебраического семинара. Рига, 1969, 74—97.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 517.54

МАТЕМАТИКА

Р. С. ИСАХАНОВ

О НЕКОТОРЫХ ГРАНИЧНЫХ ЗАДАЧАХ ДЛЯ ГОЛОМОРФНЫХ ФУНКЦИЙ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 14.2.1975)

1⁰. Пусть S_1 — конечная область на плоскости комплексного переменного, ограниченная $p+1$ замкнутыми гладкими непересекающимися контурами Ляпунова $L_1, L_2, \ldots, L_p$, из которых L_0 содержит все остальные. Границу области S_1 обозначим через L. Рассмотрим бесконечную область S_2, ограниченную также $p+1$ замкнутыми гладкими контурами Ляпунова $L'_1, L'_2, \ldots, L'_p$. Границу области S_2 обозначим через L'. За положительное направление на границе области, как обычно, примем то, которое оставляет точки области слева. Пусть α — функция, заданная на L, взаимно однозначно с сохранением или с изменением направления отображающая L на L'. Будем предполагать, что $\alpha(L_j) = L'_j$, $j=0, 1, \ldots, p$. Кроме того, допускаем существование отличной от нуля, непрерывной по Гельдеру производной α' ($\alpha' \in H(L)$).

Рассмотрим следующую граничную задачу:

Найти голоморфную в S_1 функцию Φ_1 и голоморфную в S_2 и имеющую конечный порядок на бесконечности функцию Φ_2 по граничному условию

$$\Phi_2[\alpha(t)] = A(t)\Phi_1(t) + B(t)\overline{\Phi_1(t)} + C(t), \quad \forall t \in L, \tag{1}$$

где $A, B, C \in H(L)$ — заданные на L непрерывные по Гельдеру функции, $A(t) \neq 0$, если α отображает L на L' с изменением направления ($\alpha = \alpha_-$), и $B(t) \neq 0$, если α отображает L на L' с сохранением направления ($\alpha = \alpha_+$).

Задача с граничным условием

$$\Phi_2[\alpha(t)] = A(t)\Phi_1(t) + B(t)\overline{\Phi_1(t)}, \quad \forall t \in L \tag{1⁰}$$

называется однородной задачей, соответствующей задаче (1).

Если L состоит из одного замкнутого контура, L' совпадает с L и $\alpha = \alpha_-$, то рассматриваемая задача является достаточно хорошо исследованной обобщенной задачей Газемана [1—4]. В случае одного замкнутого контура $L = L'$, $\alpha = \alpha_+$ и $A(t) \equiv 0$, задача также изучена [1].

С применением интегральных представлений Н. П. Векуа [2] задачу сводим к сингулярному интегральному уравнению. Затем на основании результатов Б. В. Хведелидзе [5] приходим к заключению, что граничные значения искомого решения задачи (1) — непрерывные по Гельдеру функции.

Задачу с граничным условием

$$\Psi_1(t) = A(t)\,\alpha'(t)\,\Psi_2[\alpha(t)] + \overline{B(t)}\,\overline{\alpha'(t)}\,\overline{t'^2}\,\overline{\Psi_2[\alpha(t)]}, \quad \forall t \in L, \tag{2}$$

где Ψ_1 и Ψ_2 — искомые функции, голоморфные соответственно в S_1 и S_2, назовем союзной с задачей (1).

Теорема 1. *Для существования исчезающего на бесконечности решения задачи* (1) *необходимо и достаточно выполнение условий*

$$\mathrm{Re} \int\limits_{L'} \Psi_2(t)\, C[\beta(t)]\, dt = 0, \tag{3}$$

где Ψ_2 — вторая компонента любого исчезающего на бесконечности решения союзной задачи (2), *β — функция, обратная к α.*

Следствие. Если союзная однородная задача (2) не имеет исчезающих на бесконечности решений, то неоднородная задача (1) имеет решение с любой главной частью на бесконечности.

Числа линейно-независимых (над полем вещественных чисел) исчезающих на бесконечности решений союзных однородных задач (1) и (2) обозначим соответственно через k и k'. Пусть, кроме того, $\varkappa = \mathrm{Ind}_L A(t)$, если $A(t) \neq 0$, $\forall t \in L$, $\varkappa_1 = \mathrm{Ind}_L B(t)$, если $B(t) \neq 0$, $\forall t \in L$.

Теорема 2. *Если* $|A(t)| < |B(t)|$, $\forall t \in L$, $\alpha = \alpha_+$, *то* $k - k' = 2(\varkappa_1 - p)$. *Если* $|A(t)| > |B(t)|$, $\forall t \in L$, $\alpha = \alpha_-$, *то* $k - k' = -2(\varkappa + p)$.

По схеме, указанной в работе [6], доказывается

Теорема 3. *Если* $|A(t)| < |B(t)|$, $\forall t \in L$ *при* $\alpha = \alpha_+$ *или* $|A(t)| > |B(t)|$, $\forall t \in L$ *при* $\alpha = \alpha_-$, *то решения однородной задачи* (1^0) *в области своего определения, включая границу, могут иметь лишь конечное число нулей целого порядка.*

Эта теорема позволяет доказать справедливость следующего предложения:

Теорема 4. *Пусть* (Φ_1, Φ_2) *является исчезающим на бесконечности решением однородной задачи* (1^0). *Если n_1 и n_2 обозначают число нулей (с учетом кратности) функций Φ_1 и Φ_2 соответственно в S_1 и S_2, а n_L — число нулей решения на границе, то*

$$n_1 + n_2 + n_L = \varkappa_1 \quad \text{при } \alpha = \alpha_+, \ |A(t)| < |B(t)|, \ \forall t \in L,$$

$$n_1 + n_2 + n_L = -\varkappa \quad \text{при } \alpha = \alpha_-, \ |A(t)| > |B(t)|, \ \forall t \in L.$$

С помощью теорем 2, 4 доказывается

Теорема 5. *Если* $\alpha = \alpha_+$, $|A(t)| < |B(t)|$, $\forall t \in L$, *то при* $\varkappa_1 \geqslant 2p$ *однородная задача* (1^0) *имеет* $k = 2(\varkappa_1 - p)$ *исчезающих на бесконечности линейно-независимых решений, а неоднородная задача* (1) *для всякого значения* $C \in H(L)$ *имеет решение с любой главной частью на бесконечности; при* $\varkappa_1 \leqslant 0$ *однородная задача* (1^0) *не имеет исчезающих на бесконечности решений, а неоднородная задача* (1) *имеет исчезающие на бесконечности решения при выполнении* $k' = 2(p - \varkappa_1)$ *условий вида* (3).

Если $\alpha=\alpha_-$, $|A(t)|>|B(t)|$, $\forall t\in L$, *то при* $\varkappa\leqslant-2p$ *однородная задача* (1^0) *имеет* $k=-2(\varkappa+p)$ *исчезающих на бесконечности линейно-независимых решений, а неоднородная задача* (1) *для всякого значения* $C\in H(L)$ *имеет решение с любой главной частью на бесконечности; при* $\varkappa\geqslant0$ *однородная задача* (1^0) *не имеет исчезающих на бесконечности решений, а неоднородная задача* (1) *имеет исчезающие на бесконечности решения при выполнении* $k'=2(\varkappa+p)$ *условий вида* (3).

Случаи $\varkappa_1\in[1,\ 2p-1]$ при $\alpha=\alpha_+$, $|A(t)|<|B(t)|$, $\forall t\in L$,

$\varkappa\in[1-2p,\ -1]$ при $\alpha=\alpha_-$, $|A(t)|>|B(t)|$, $\forall t\in L$

назовем особыми.

В неособенных случаях произведение kk' всегда равно нулю. В особых же случаях для любого целого значения чисел $\varkappa_1\in[1,\ 2p-1]$ при $\alpha=\alpha_+$ или $\varkappa\in[1-2p,\ -1]$ при $\alpha=\alpha_-$ существует задача вида (1), такая, что $\mathrm{Ind}_L\, B(t)=\varkappa_1$ при $\alpha=\alpha_+$ или $\mathrm{Ind}_L\, A(t)=\varkappa$ при $\alpha=\alpha_-$, но $kk'>0$.

2^0. Пусть теперь S_1 и S_2 — обе бесконечные области, ограниченные соответственно $p+1$ замкнутыми, гладкими, непересекающимися контурами Ляпунова $L_0, L_1,\ldots, L_p$ и $L'_0, L'_1,\ldots, L'_p$. Рассмотрим задачу о нахождении двух функций Φ_1 и Φ_2, голоморфных соответственно в S_1 и S_2 и имеющих конечный порядок на бесконечности по граничному условию (1). От заданных функций требуется выполнение тех же условий, то и в п. 1°.

Условимся называть решение задачи (Φ_1, Φ_2) исчезающим на бесконечности, если $\Phi_1(\infty)=\Phi_2(\infty)=0$.

В этом случае союзную задачу также определим условием (2). Для рассматриваемой задачи остаются в силе теоремы 1, 3, 4. Теоремы 2 и 5 преобразуются следующим образом:

Теорема 2′. *Если* $|A(t)|<|B(t)|$, $\forall t\in L$, $\alpha=\alpha_+$, *то* $k-k'=2(\varkappa_1-p-1)$. *Если* $|A(t)|>|B(t)|$, $\forall t\in L$, $\alpha=\alpha_-$, *то* $k-k'=-2(\varkappa+p+1)$.

Теорема 5′. *Если* $\alpha=\alpha_+$, $|A(t)|<|B(t)|$, $\forall t\in L$, *то при* $\varkappa_1\geqslant2p+1$ *имеем* $k=2(\varkappa_1-p-1)$, $k'=0$, *а при* $\varkappa_1\leqslant1-k=0$, $k'=2(p-\varkappa_1+1)$.

Если $\alpha=\alpha_-$, $|A(t)|>|B(t)|$, $\forall t\in L$, *то при* $\varkappa\leqslant-2p-1$ *имеем* $k=-2(1+\varkappa+p)$, $k'=0$, *а при* $\varkappa\geqslant-1-k=0$, $k'=2(\varkappa+p+1)$.

Случаи $\varkappa_1\in[2,\ 2p]$ при $\alpha=\alpha_+$, $|A(t)|<|B(t)|$, $\forall t\in L$,

$\varkappa\in[-2p,\ -2]$ при $\alpha=\alpha_-$, $|A(t)|>|B(t)|$, $\forall t\in L$

являются особыми.

Аналогичные результаты получаются в некоторых случаях, когда открытые множества S_1 и S_2 не являются областями.

Полученные результаты позволяют сделать заключение о разрешимости и числе решений известной задачи Римана—Гильберта [7] в случае многосвязной области.

Академия наук Грузинской ССР
Тбилисский математический институт
им. А. М. Размадзе

(Поступило 14.2.1975)

მათემატიკა

რ. ისახანოვი

ზოგიერთი სასაზღვრო ამოცანის შესახებ ჰოლომორფული ფუნქციებისათვის

რეზიუმე

განხილულია ამოცანა ორი Φ_1 და Φ_2 ფუნქციის მოძებნის შესახებ, რომლებიც ჰოლომორფულნი არიან შესაბამისად S_1 და S_2 სასრულ ან უსასრულო მრავლადბმულ არეებში (1) სასაზღვრო პირობით. $A, B, C \in H\ (L)$ მოცემული ფუნქციებია, α ურთიერთ ცალსახად მიმართულების შენარჩუნებით ან შეცვლით ასახავს S_1-ის საზღვარს S_2-ის საზღვარზე. დამტკიცებულია ნეტერის ტიპის თეორემები. მიღებულია ინდექსის, ერთგვაროვანი ამოცანის ამონახსნთა რაოდენობის და არაერთგვაროვანი ამოცანის ამოხსნადობისათვის აუცილებელ და საკმარის პირობათა რაოდენობის გამოსათვლელი ფორმულები.

MATHEMATICS

R. S. ISAKHANOV

ON SOME BOUNDARY VALUE PROBLEMS FOR HOLOMORPHIC FUNCTIONS

Summary

The problem of finding two holomorphic functions Φ_1 and Φ_2 in a finite or infinite multiply connected domains S_1 and S_2 respectively with boundary condition (1) is considered. A, B, $C \in H(L)$ are given functions; α is one-to-one mapping of the boundary of S_1 onto the boundary of S_2, leaving the direction unchanged.

The paper proves Noether's type theorems. The formulas for the index, the number of solutions of the homogeneous problem and the number of necessary and sufficient conditions for the solvability of the non-homogeneous problem are obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. А. Квеселава. Труды Тбилисского матем. ин-та им. А. М. Размадзе АН ГССР, т. 16, 1948.
2. Н. П. Векуа. Системы сингулярных интегральных уравнений. М., 1970.
3. Б. В. Боярский. Сообщения АН ГССР, т. 25, № 4, 1960.
4. Л. Г. Михайлов. Новый класс особых интегральных уравнений и его применение к дифференциальным уравнениям с сингулярными коэффициентами. Душанбе, 1963.
5. Б. В. Хведелидзе. Труды Тбилисского матем. ин-та им. А. М. Размадзе АН ГССР, т. 23, 1957.
6. Р. С. Исаханов. Сообщения АН ГССР, 72, № 3, 1973.
7. Н. И. Мусхелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1968.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 517.11

МАТЕМАТИКА

Р. И. ЧИКВАШВИЛИ

К ОДНОЙ ЗАДАЧЕ КУЗНЕЦОВА — ТРАХТЕНБРОТА

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 28.1.1975)

Нами исследуются некоторые свойства одноточечных подмножеств бэровского пространства J, точки которого, как известно, суть последовательности натуральных чисел, т. е. одноместные всюду определенные числовые функции. В [1] указано существование такой не рекурсивно-проективной функции α, что множество $\{\alpha\}$ эффективно замкнуто, а также поставлен вопрос, существует ли такая точка, которая есть эффективно -$F_{\sigma\delta}$, но не эффективно -G_δ. В настоящей заметке, во-первых, строится такая рекурсивно-проективная функция h, что $\{h\}$ не является эффективно-замкнутым (пример 1), и во-вторых, дается положительный ответ на вопрос А. В. Кузнецова и Б. А. Трахтенброта (пример 2). В дальнейшем мы придерживаемся системы терминов и обозначений из [1—3]; следуя [2], вместо «эффективно-» будем писать «конструктивно-». Через δ_q обозначается бэровский интервал, задаваемый кортежем q; через J_{01} — подмножество J, состоящее из всех двоичных последовательностей; через $\overline{M}$ — дополнение к M до J.

Пример 1. Строим одноточечное конструктивно-G_δ множество (и, следовательно, рекурсивно-проективное), не являющееся конструктивно-замкнутым.

Пусть h — характеристическая функция множества D, где

$$z \in D \equiv \exists x R(z, x) \tag{1}$$

($R(z, x)$ — о. р. предикат). Пусть l — кортеж длины n, $l = l(n, t)$;

$$\forall i_{<n} (l_{(i)} = 1 \equiv \exists x_{<t+n} R(i, x)), \tag{2}$$

где $l_{(i)}$ — i-я компонента кортежа l. Покажем, что

$$\{h\} = (\bigcap_n \bigcup_t \delta_{l(n,t)}) \cap J_{01}. \tag{3}$$

(a) Покажем, что $h \in \bigcap_n \bigcup_t \delta_{l(n,t)}$. Возьмем срез функции h длины n и обозначим полученный кортеж через l'; тогда $\forall i_{<n} (l'_{(i)} = 1 \equiv \exists x R(i, x))$ и даже найдется такое $t' \geqslant n$, что $\forall i_{<n} (\exists x R(i, x) \equiv \exists x_{\leqslant t'} R(i, x))$, т. е. $l' = l(n, t' - n)$.

($в$) Пусть $g \in (\bigcap_n \bigcup_t \delta_{l(n,t)}) \cap J_{01}$ и s — число. Докажем, что $\forall s (g(s) = h(s))$.

Допустим, что $n \geqslant t_0 + s$; тогда $g \in \bigcup_t \delta_{l(n,t)}$, откуда $\exists t_1 (g \in \delta_{l(n,t_1)})$. Таким образом, кортеж $l(n, t_1)$ есть отрезок функции g. Заметим, что $g(s) = 1 \equiv \equiv (l(n, t))_{(s)} = 1 \equiv \exists x_{\leqslant t_1 + n} R(s, x) \equiv \exists x R(s, x) \equiv s \in D \equiv h(s) = 1$. Так как $g \in J_{01}$, то имеем $\forall s (g(s) = h(s))$. Пункты (a) и ($в$) показывают справедливость (3), т. е. $\{h\}$ есть конструктивно-G_δ.

Докажем, теперь, что если D неразрешимо, то $\{h\}$ неконстр.-замкнуто. Допустим $\{h\}$ конструктивно-замкнуто, тогда $\{h\} = \bigcap_n \overline{\delta_{\alpha(n)}}$, где α — о. р. ф. Вопрос о принадлежности к множеству D равносилен вопросу равенства функции h единице. Выяснение будем проводить индукцией.

0 шаг. $0 \in D$? Пусть $l_0 = \langle 0 \rangle$, $l_1 = \langle 1 \rangle$. Ищем такое i, что $l_0 \in \delta_{\alpha(i)} \vee l_1 \in \in \delta_{\alpha(i)}$; тогда, если $l_0 \in \delta_{\alpha(i)}$, то $0 \overline{\in} D$, а если $l_1 \in \delta_{\alpha(i)}$, то $0 \in D$. Число i с требуемыми свойствами существует, так как если $\forall i (l_0 \overline{\in} \delta_{\alpha(i)} \wedge l_1 \overline{\in} \delta_{\alpha(i)})$, то существуют по крайней мере две различные функции из $\bigcap_n \overline{\delta_{\alpha(n)}}$.

Пусть $l_0 \in \delta_{\alpha(i)}$; если $0 \in D$, то кортеж l_0 оказался бы начальным отрезком функции h и $h \in \delta_{\alpha(i)}$, откуда $h \overline{\in} \bigcap \overline{\delta_{\alpha(i)}}$, что приводит к противоречию. Поэтому $0 \overline{\in} D$.

Если же $l_1 \in \delta_{\alpha(i)}$, то аналогичными рассуждениями получим, что $0 \in D$. Так как из $0 \overline{\in} D$ следует $\exists i (l_0 \in \delta_{\alpha(i)} \vee l_1 \in \delta_{\alpha(i)})$, а $l_1 \overline{\in} \delta_{\alpha(i)}$ (иначе бы $0 \in D$), то имеем

$$\exists i (l_0 \in \delta_{\alpha(i)}) \equiv 0 \overline{\in} D. \tag{4}$$

Допустим, вопрос принадлежности для $0, 1, \ldots, n$ решен и имеем значения $h(0)$, $h(1)$, …, $h(n)$. Тогда переходим к следующему шагу.

$n+1$ шаг. $n+1 \in D$? Пусть $l_0 = \langle h(0), \ldots, h(n), 0 \rangle$ и $l_1 = \langle h(0), \ldots, h(n), 1 \rangle$. Ищем такое i, чтобы $l_0 \in \delta_{\alpha(i)} \vee l_1 \in \delta_{\alpha(i)}$. Аналогично (4) докажем

$$\exists i (l_0 \in \delta_{\alpha(i)}) \equiv n + 1 \overline{\in} D.$$

Таким образом, h — о. р. ф., что противоречит неразрешимости множества D.

Пример 2. Пусть h — характеристическая функция такого множества D, что $D \in (\Sigma_2 \setminus \Pi_2)$ и

$$z \in D \equiv \exists x \forall y R(z, x, y), \tag{5}$$

где $R(z, x, y)$ — о. р. предикат.

Покажем, что $\{h\}$ не есть конструктивно-G_δ. Допустим противное: $\{h\} = \bigcap_m \bigcup_n \delta_{\zeta(m,n)}$. Принадлежность к бэровскому интервалу записывается в виде рекурсивного предиката. Поэтому $l \in \bigcap_m \bigcup_n \delta_{\zeta(m,n)} \equiv \forall m \exists n (l \in \delta_{\zeta(m,n)}) \equiv \forall m \exists n S(l, m, n)$, где S — о. р. предикат. Цепочка эквивалентностей $z \in D \equiv h(z) = 1 \equiv \exists l_{\leqslant \nu(z)} l \in \{h\} \wedge l_{(z)} = 1 \equiv \exists l_{\leqslant \nu(z)} (\forall m \exists n S(l, m, n) \wedge l_{(z)} = 1)$ показывает, что $D \in \Pi_2$; это противоречит допущению, что $D \in (\Sigma_2 \setminus \Pi_2)$.

Покажем теперь, что $\{h\}$ есть конструктивное $\text{-}F_{\sigma\delta}$. Для этого вводим о. р. предикат

$$H(z,\ t,\ u)\equiv\exists x_{<t}R(z,\ x,\ (u)_x). \tag{6}$$

Докажем, что

$$\{h\}=(\bigcap_n\ \bigcup_{t\geqslant n}\ \bigcap_y\overline{\delta}_{l(n,t,y)})\cap J_{01}, \tag{7}$$

где $l=l(n,\ t,\ y)$ — кортеж длины n и $\forall i_{<n}(l_{(i)}=0\equiv H(i,\ t,\ y))$.

Предварительно докажем, что

$$\exists x_{<t}\forall y R(z,\ x,\ y)\equiv\forall y H(z,\ t,\ y). \tag{8}$$

Пусть $\exists x_{<t}\forall y R(z,\ x,\ y)$ и пусть x_0 таково, что $x_0\leqslant t$ и истинно $\forall y R(z,\ x_0,\ y)$. Так как предикат R истинен при любом y, то R истинно и при $y=(u)_{x_0}$, т. е. $R(z,\ x_0,\ (u)_{x_0})$; отсюда по (6) имеем $H(z,t,u)$. Ввиду произвольности выбора u имеем $\forall u H(z,\ t,\ u)$.

Пусть теперь $\forall u H(z,\ t,\ u)$. Допустим противное: $\exists x_{<t}\forall y R(z,\ x,\ y)$, т. е. для каждого x найдется такой y (обозначим его через y_x), что

$$\forall x_{<t}\neg R(z,\ x,\ y_x). \tag{9}$$

Набор y_x в силу ограниченности x конечен: $y_0,\ y_1,\ldots,y_x$. Найдем такое u', что $\forall x_{<t}(u')_x=y_x$. Так как $\forall u H(z,\ t,\ u)$, то $H(z,\ t,\ u')$, откуда $\exists x_{<t}R(z,\ x,\ (u')_x)$, т. е. $\exists x_{<t}R(z,\ x,\ y_x)$, что противоречит (9). Этим доказана справедливость (8).

Докажем, что $h\in\bigcap_n\ \bigcup_{t\geqslant n}\ \bigcap_y\overline{\delta}_{l(n,t,y)}$. Пусть дано число n и l' — начальный отрезок функции h длины n. Найдется такое $t_0\geqslant n$, что

$$\forall i_{\leqslant n}(\exists x\forall y R(i,\ x,\ y)\equiv\exists x_{<t_0}\forall y R(i,\ x,\ y)\equiv\forall y H(i,\ t_0,\ y)).$$

Следовательно, $\forall y(l'\neq l(n,\ t_0,\ y))$. Действительно, условимся, что $0\in D$; тогда если $l'=l_{n,t_0,y}$, то $\forall y_{<n}(l'_{(i)}=1\rightarrow\forall y(l_{n,t_0,y})_{(i)}=0)\rightarrow\forall i_{<n}l'_{(i)}=0$, т. е. противоречие. Отсюда имеем $\forall y h\in\overline{\delta}_{l_{n,t_0,y}}$, т. е. $h\in\bigcap\overline{\delta}_{l_{n,t_0,y}}$. В силу произвольности выбора n имеем $\forall n(h\in\bigcup_{t\geqslant n}\ \bigcap_y\overline{\delta}_{l_{n,t,y}})$. Таким образом,

$$h\in\bigcap_n\ \bigcup_{t\geqslant n}\ \bigcap_y\overline{\delta}_{l_{n,t,y}}.$$

Тбилисский государственный университет

(Поступило 30.1.1975)

მათემატიკა

რ. ჩიკვაშვილი

კუზნეცოვ — ტრახტენბროტის ერთი ამოცანისათვის

რეზიუმე

მოცემულია დადებითი პასუხი კუზნეცოვ — ტრახტენბროტის კითხვაზე: არსებობს თუ არა ბერის სივრცის ისეთი წერტილი, რომელიც არის ეფექტურად $F_{\sigma\delta}$, მაგრამ არ არის ეფექტურად G_{δ}. ამასთან დაკავშირებით ნაშრომში აგებულია ისეთი რეკურსიულად პროექციული ფუნქცია, რომ ამ ფუნქციისაგან შემდგარი ერთელემენტიანი სიმრავლე არ არის ეფექტურად ჩაკეტილი.

MATHEMATICS

R. I. CHIKVASHVILI

ON ONE PROBLEM OF KUZNETSOV-TRAHTENBROT

Summary

A positive answer is given to the question asked by Kuznetsov-Trahtenbrot [1] as to whether there exists a point in Baire's space which is effectively $F_{\sigma\delta}$, but is not effectively G_{δ}; in connection with this a recursive-projective function is built, such that the one-point set consisting of this function is not effectively closed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Кузнецов и Б. А. Трахтенброт. ДАН СССР, 105, № 5, 1955, 897—900.
2. В. А. Успенский. УМН, XII, вып. 1, 1957, 99—142.
3. Х. Роджерс. Теория рекурсивных функций и эффективная вычислимость. М., 1972.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 517.5

МАТЕМАТИКА

Н. Д. АВАЗАШВИЛИ

ОБ ОДНОЙ ГРАНИЧНОЙ ЗАДАЧЕ ТЕОРИИ АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 10.2.1975)

1. Двумерные задачи математической физики часто приводят к исследованию следующей граничной задачи теории аналитических функций: пусть на комплексной плоскости z задан простой, замкнутый, достаточно гладкий контур Γ, ограничивающий область E, содержащую точку $z=0$; ищутся регулярные в E функции φ и ψ по их граничным значениям, удовлетворяющим на Γ условию

$$a(z, \bar{z})\varphi(z)+b(z, \bar{z})\overline{\varphi(z)}+c(z, \bar{z})\overline{\varphi'(z)}+d(z, \bar{z})\overline{\psi(z)}+$$
$$+L(\varphi, \psi)=f(z, \bar{z}),\quad z\in\Gamma, \tag{1}$$

где через $L(\varphi, \psi)$ мы обозначаем вполне непрерывный оператор

$$L(\varphi, \psi)=\int\limits_0^z [k_1(z, \bar{z}, \zeta)\varphi(\zeta)+k_2(z, \bar{z}, \zeta)\psi(\zeta)]\,d\zeta+$$
$$+\overline{\int\limits_0^z [k_3(z, \bar{z}, \zeta)\varphi(\zeta)+k_4(z, \bar{z}, \zeta)\psi(\zeta)]\,d\zeta}+$$
$$+\int\limits_\Gamma [k_5(z, \bar{z}, \zeta)\varphi(\zeta)+k_6(z, \bar{z}, \zeta)\psi(\zeta)]\,d\zeta+$$
$$+\overline{\int\limits_\Gamma [k_7(z, \bar{z}, \zeta)\varphi(\zeta)+k_8(z, \bar{z}, \zeta)\psi(\zeta)]\,d\zeta};$$

a, b, c, d, f, k_n, $n=1,\ldots, 8$, — заданные достаточно гладкие функции своих аргументов, причем k_n, $n=1,\ldots, 4$, — аналитические по ζ в E.

Задачи вида (1) рассматривались разными авторами (см., например, [1—8]).

В настоящей статье предлагается метод приведения задачи (1) к эквивалентной в определенном смысле системе сингулярных интегральных уравнений нормального типа.

Для простоты рассмотрим задачу вида

$$a(z)\varphi(z)+b(z)\overline{\varphi(z)}+c(z)\overline{\varphi'(z)}+d(z)\overline{\psi(z)}=f(z),\quad z\in\Gamma, \tag{2}$$

предполагая, что a, c, d не обращаются в нуль на Γ и, кроме того, $\varphi(0)=0$.

Общая задача (1) будет рассмотрена в одной из следующих статей.

2. Конформно отображая область E на единичный круг с центром в нуле и сохраняя прежние обозначения, рассматриваемую задачу можно привести к следующей: найти регулярные в $E=\{z,\ |z|\leqslant 1\}$ функции φ и ψ по их граничным значениям, удовлетворяющим на $\Gamma=\{z,\ |z|=1\}$ условию (2). Кроме того, будем считать, что $\varphi(0)=0$.

Рассмотрим функцию $\dfrac{c(z)}{zd(z)}$. Для индекса $\varkappa_0=\operatorname{Ind}\left[\dfrac{c(z)}{zd(z)}\right]_\Gamma$ этой функции возможны два случая: $\varkappa_0\leqslant 0$, $\varkappa_0>0$.

Пусть $\varkappa_0\leqslant 0$.

Хорошо известно, что если $F(z)$, $z\in\Gamma$, является граничным значением функции, голоморфной внутри единичной окружности Γ, то функцию $\overline{F(z)}$, $z\in\Gamma$, можно принять за граничное значение функции, голоморфной вне этой окружности.

Отсюда видно, что существует единственное исчезающее на бесконечности решение следующей задачи сопряжения с нулевым индексом:

$$\chi^+(z)=\frac{z^{\varkappa_0+1}d(z)}{c(z)}\,\overline{\varphi_1(z)}-\overline{z^{-\varkappa_0}\varphi(z)},\quad z\in\Gamma, \tag{3}$$

где $\chi^+(z)$ и $\varphi_1(z)$, $z\in\Gamma$ — граничные значения неизвестных голоморфных в E функций.

Следовательно, граничное значение произвольной регулярной в E функции допускает представление

$$\varphi(z)=\frac{\overline{d(z)}}{z\,\overline{c(z)}}\,\varphi_1(z)+\frac{1}{2\pi i}\int\limits_\Gamma\frac{z^{\varkappa_0+1}}{\zeta}\left[\frac{\overline{d(\zeta)}}{\zeta^{\varkappa_0+1}\,\overline{c(\zeta)}}-\frac{\overline{d(z)}}{z^{\varkappa_0+1}\,\overline{c(z)}}\right]\times$$

$$\times\varphi_1(\zeta)\frac{d\zeta}{\zeta-z},\quad z\in\Gamma, \tag{4}$$

где $\varphi_1(z)$ — граничное значение регулярной в E функции, которая однозначно определяется через функцию $\varphi(z)$. Заметим, что $\varphi_1(0)=0$.

Подставляя (4) в (2), после элементарных преобразований приходим к граничной задаче

$$d(z)\left[\varphi_1(z)+z\overline{\varphi_1'(z)}+\overline{\psi(z)}\right]+\left[\frac{a(z)\,\overline{d(z)}}{z\,\overline{c(z)}}-d(z)\right]\varphi_1(z)+$$

$$+\left\{\frac{zb(z)\,d(z)}{c(z)}+c(z)\,\frac{d}{dz}\left[\frac{zd(z)}{c(z)}\right]\right\}\overline{\varphi_1(z)}+$$

$$+\int\limits_\Gamma K_1(z,\zeta)\,\varphi_1(\zeta)\,d\zeta+\overline{\int\limits_\Gamma K_2(z,\zeta)\,\varphi_1(\zeta)\,d\zeta}=f(z),\quad z\in\Gamma, \tag{5}$$

где ядра K_1, K_2 явно выражаются через коэффициенты исходной задачи и имеют слабую сингулярность.

Пусть теперь $\varkappa_0 > 0$.

Пользуясь тем, что следующая задача сопряжения

$$\eta^+(z) = \frac{c(z)}{z^{\varkappa_0+2}\, d(z)}\, \overline{\psi_1(z)} - \overline{z^{\varkappa_0+1}\psi(z)}, \quad z \in \Gamma, \tag{6}$$

с индексом, равным -1, имеет единственное решение, ограниченное на бесконечности, получаем представление

$$\psi(z) = \frac{z\,\overline{c(z)}}{\overline{d(z)}}\, \psi_1(z) + \frac{1}{2\pi i} \int_\Gamma \frac{1}{z^{\varkappa_0+1}} \left\{ \left[\frac{\zeta^{\varkappa_0+2}\,\overline{c(\zeta)}}{\overline{d(\zeta)}} - \frac{z^{\varkappa_0+2}\,\overline{c(z)}}{\overline{d(z)}} \right] \frac{1}{\zeta - z} - \right.$$

$$\left. - \frac{\zeta^{\varkappa_0+1}\,\overline{c(\zeta)}}{\overline{d(\zeta)}} \right\} \psi_1(\zeta)\, d\zeta, \quad z \in \Gamma, \tag{7}$$

подстановка которого в (2) приводит к граничной задаче

$$\frac{c(z)}{z} \left[\varphi(z) + z\,\overline{\varphi'(z)} + \overline{\psi_1(z)}\right] + \left[a(z) - \frac{c(z)}{z}\right] \varphi(z) + b(z)\,\overline{\varphi(z)} +$$

$$+ \int_\Gamma K_3(z, \zeta)\, \psi_1(\zeta)\, d\zeta = f(z), \quad z \in \Gamma, \tag{8}$$

где K_3 — ядро со слабой сингулярностью, явно выражающееся через коэффициенты исходной задачи.

Сравнивая задачу (2) с задачами (5) и (8), приходим к следующему результату:

Если $\varkappa_0 = 0$, то задача (2) эквивалентна задаче (5).

Если $\varkappa_0 < 0$ и (φ_1, ψ) является решением задачи (5), то (φ, ψ), где φ определяется равенством (4), будет решением задачи (2) при соблюдении следующих необходимых и достаточных условий:

$$\int_\Gamma \frac{\zeta^{-\varkappa_0-2-n}\,\overline{d(\zeta)}}{\overline{c(\zeta)}}\, \varphi_1(\zeta)\, d\zeta = 0, \; n = 1, 2, \ldots, -\varkappa_0 + 1.$$

Если $\varkappa_0 > 0$ и (φ, ψ_1) является решением задачи (8), то (φ, ψ), где ψ определяется равенством (7), будет решением задачи (2) при соблюдении следующих необходимых и достаточных условий:

$$\int_\Gamma \frac{\zeta^{\varkappa_0+1-n}\,\overline{c(\zeta)}}{\overline{d(\zeta)}}\, \psi_1(\zeta)\, d\zeta = 0, \; n = 1, 2, \ldots, \varkappa_0 + 1.$$

Следовательно, зная все решения задач (5) или (8) (в зависимости от $\varkappa_0$), можно получить все решения задачи (2).

Что касается граничных задач (5) и (8), то применением известной леммы Д. И. Шермана (см., например, [1], стр. 237) они легко приводятся к эквивалентным системам сингулярных интегральных уравнений, индекс которых в обоих случаях вычисляется по формуле

$$\varkappa = 2\,\{|\varkappa_0| + \operatorname{Ind}\,[\overline{a(z)}\, d(z)]_\Gamma\} \tag{9}$$

и к которым, следовательно, применима существующая теория (см. [2, 3]).

Естественно число $\varkappa$, определяемое равенством (9), назвать индексом граничной задачи (2).

3. С целью иллюстрации применения изложенного метода рассмотрим задачу вида

$$k\varphi(z) + \frac{\omega(z)}{\overline{\omega'(z)}}\,\overline{\varphi'(z)} + \overline{\psi(z)} = f(z), \quad z \in \Gamma, \tag{10}$$

к которой, как хорошо известно, приводятся основные граничные задачи теории упругости для однородных областей (см. [4]); здесь k — положительная постоянная, а ω — функция, осуществляющая конформное отображение.

Вычисляя индекс по формуле (9), имеем $\varkappa_0 = 0$ и $\varkappa = 0$. Следовательно, задача (10) приводится к эквивалентной системе сингулярных интегральных уравнений с индексом, равным нулю.

На основании единственности решения приведенной задачи, при определенных ограничениях относительно гладкости данных заключаем, что эта задача всегда разрешима.

Тбилисский государственный университет
Институт прикладной математики

(Поступило 14.2.1975)

მათემატიკა

ნ. ავაზაშვილი

ანალიზურ ფუნქციათა თეორიის ერთი სასაზღვრო ამოცანის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია ანალიზურ ფუნქციათა თეორიის ერთი სასაზღვრო ამოცანა, რომლისთვისაც მოცემულია გარკვეული აზრით ეკვივალენტურ სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა ნორმალური ტიპის სისტემაზე მიყვანის მეთოდი.

MATHEMATICS

N. D. AVAZASHVILI

ON ONE BOUNDARY VALUE PROBLEM OF THE THEORY OF ANALYTIC FUNCTIONS

Summary

The paper deals with one boundary value problem of the theory of analytic functions. The method of reduction of this problem to the normal system of singular integral equations, equivalent in a certain sense, is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Н. Векуа. Новые методы решения эллиптических уравнений. М.—Л., 1948.
2. Н. И. Мусхелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1968.
3. Н. П. Векуа. Системы сингулярных интегральных уравнений. М., 1970.
4. Н. И. Мусхелишвили. Некоторые основные граничные задачи математической теории упругости. М., 1966.
5. Л. Г. Магнарадзе. Аннотации докладов семинаров ИПМ ТГУ, 8, 1973.
6. Л. Г. Магнарадзе. Аннотации докладов семинаров ИПМ ТГУ, 9, 1974.
7. Л. Г. Магнарадзе. Труды ИПМ ТГУ, т. II, 1968.
8. А. В. Бицадзе. ДАН СССР, т. 204, № 5, 1972.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 62—215

МЕХАНИКА

В. В. ДОРЕУЛИ

К РАСЧЕТУ ОВАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПЛАСТИЧНЫХ ОБОЛОЧЕК

(Представлено академиком Ш. Е. Микеладзе 23.4.1975)

На основе теории М. Ш. Микеладзе [1] рассмотрена свободно опертая по концам замкнутая цилиндрическая оболочка овального сечения, которая подвергается действию равномерного внутреннего давления P.

Решение задачи ищется в виде рядов [1]

$$T_1 = 2\sum_{m=1}^{\infty} T_2^{(m)} \sin\frac{m\pi x}{L}, \qquad T_2 = \sum_{m=1}^{\infty} T_2^{(m)} \sin\frac{m\pi x}{L},$$

$$S = \sum_{m=1}^{\infty} S^{(m)} \cos\frac{m\pi x}{L}, \qquad M_2 = \sum_{m=1}^{\infty} M_2^{(m)} \sin\frac{m\pi x}{L}, \tag{1}$$

$$(m = 1,\ 3,\ 5, \ldots),$$

где x — расстояние вдоль образующей, T_1 и T_2 — продольное и поперечное нормальные усилия соответственно, S — сдвигающая сила, M_2 — поперечный изгибающий момент, а L — длина оболочки. Неизвестные коэффициенты $T_2^{(m)}$, $S^{(m)}$ и $M_2^{(m)}$, являющиеся периодическими функциями s, т. е. длины дуги направляющей, определяются из следующей системы обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\begin{gathered} 2\frac{m\pi}{L} T_2^{(m)} + \frac{dS^{(m)}}{ds} = 0, \\ -\frac{m\pi}{L} S^{(m)} + \frac{dT_2^{(m)}}{ds} + \frac{1}{R}\frac{dM_2^{(m)}}{ds} = 0, \\ \frac{d^2 M_2^{(m)}}{ds^2} - \frac{T_2^{(m)}}{R} + \frac{4P}{m\pi} = 0, \end{gathered} \tag{2}$$

где радиус кривизны овала R представляет собой кусочно-постоянную величину.

Из (2) следует, что

$$\frac{d^2 T_2^{(m)}}{ds^2} + \left[2\left(\frac{m\pi}{L}\right)^2 + \frac{1}{R^2}\right] T_2^{(m)} = \frac{4P}{m\pi R}. \tag{3}$$

В случае правильного овала достаточно рассмотреть лишь четверть сечения.

Приближенное интегрирование уравнения (3), следуя способу [1], было выполнено на ЭВМ М-220. Оказалось, что число делений, равное 16÷32, приводит к удовлетворительным результатам при сохранении 11÷17 членов ряда.

При использовании приближенного способа [1] оставалось неизученным напряженное состояние вблизи тех точек овала, в которых радиус кривизны меняется скачкообразно. Для изучения напряженного состояния вблизи этих точек была использована обобщенная Ш. Е. Микеладзе формула Маклорена [2], которая в случае одной из рассмотренных конкретных задач ($L=20$ м, $R_1=3$ м, $R_2=1{,}5$ м, $P=10$ т/м^2, $\sigma_s=6000$ т/м^2, $s^*=1{,}571$ рад., $s_0=3{,}142$ рад.) имеет вид

$$T_2^{(m)}(s) = T_4^{(m)}(0) + sT_2^{(m)(1)}(0) + \frac{s^2}{2!}T_2^{(m)(2)}(0) + \frac{s^3}{3!}T_2^{(m)(3)}(0) + \cdots +$$

$$+ \frac{s^{10}}{10!}T_2^{(m)(10)}(0) + [T_{2(-)}^{(m)(1)}(s^*) - T_{2(+)}^{(m)(1)}(s^*)](s-s^*) +$$

$$+ \frac{1}{2!}[T_{2(-)}^{(m)(2)}(s^*) - T_{2(+)}^{(m)(2)}(s^*)](s-s^*)^2 +$$

$$+ \frac{1}{3!}[T_{2(-)}^{(m)(3)}(s^*) - T_{2(+)}^{(m)(3)}(s^*)](s-s^*)^3 + \cdots +$$

$$+ \frac{1}{10!}[T_{2(-)}^{(m)(10)}(s^*) - T_{2(+)}^{(m)(10)}(s^*)](s-s^*)^{10} + \cdots,$$

где $T_2^{(m)}(0)$, $T_2^{(m)(1)}(0), \ldots, T_2^{(m)(10)}(0)$—значение функции и ее производных в точке $s=0$, s^*—точка разрыва, а s_0—длина четверти овала. При этом $T_2^{(m)(1)}(0)=0$, а значение $T_2^{(m)}(0)$ берется согласно приближенному решению [1].

Для определения прочих начальных параметров мы располагаем уравнением (3), условием непрерывности $T_2^{(m)}(s)$ и граничным условием $T_2^{(m)(1)}(s_0)=0$.

Соответственно (при $m=1$) имеем ряд

$$T_2^{(1)}(s) = 1{,}206875 + 2{,}025039\,s^2 - 0{,}0270807\,s^4 + 10^{-3}\cdot 0{,}144844\,s^6 -$$

$$- 10^{-6}\cdot 0{,}415020\,s^8 + 10^{-9}\cdot 0{,}739944\,s^{10} - 21{,}485843\,(s-s^*) +$$

$$+ 1{,}115196\,(s-s^*)^2 + 1{,}437415\,(s-s^*)^3 - 0{,}0913724\,(s-s^*)^4 -$$

$$- 0{,}0328348\,(s-s^*)^5 + 0{,}00174724\,(s-s^*)^6 + 10^{-3}\cdot 0{,}375895\,(s-s^*)^7 -$$

$$- 10^{-4}\cdot 0{,}161035\,(s-s^*)^8 - 10^{-5}\cdot 0{,}255528\,(s-s^*)^9 +$$

$$+ 10^{-7}\cdot 0{,}896000\,(s-s^*)^{10} + \cdots$$

На основании (2) находим выражения для $S^{(1)}(s)$ и $M_2^{(1)}(s)$. Что касается T_2, S и M_2, то они находятся при помощи (1), а искомая толщина оболочки h определяется согласно формуле [1].

$$h = \sqrt{\frac{1}{2}\left[\frac{3}{\sigma_s^2}(T_2^2 + S^2) + \sqrt{\frac{9}{\sigma_s^4}(T_2^2 + S^2)^2 + \frac{64\,M_2^2}{\sigma_s^2}}\right]},$$

где σ_s — предел текучести материала.

Для определения толщины оболочки h в точках разрыва можно также пользоваться интерполяционными формулами на базе приближенных значений h. Оказалось, что уже линейное интерполирование дает практически такую же точность, как и обобщенная формула Маклорена.

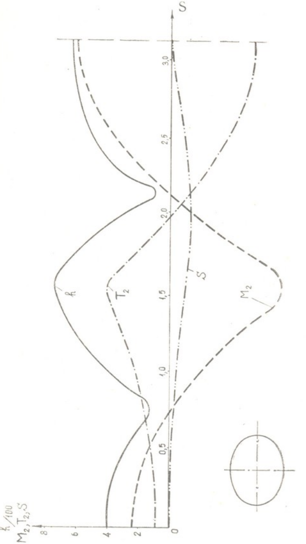


Рис. 1

Были рассмотрены и другие овальные цилиндрические оболочки при следующих соотношениях между радиусами: 2,98; 5,47; 9,56; 11,87. При этом оказалось, что толщина оболочки при $m=1$ получается несколько более завышенной, по сравнению с теми случаями, когда сохранялось большее количество членов ряда. Оказалось также, что сдвигающая сила практически не влияет на толщину оболочки, если отношение радиусов относительно невелико.

На чертеже изображены эпюры усилий, изгибающего момента и толщины оболочки, построенные для четверти овала, когда $R_1/R_2=2$, $x=5$ м, $m=1$ (см. рис. 1).

Академия наук Грузинской ССР
Тбилисский математический институт
им. А. М. Размадзе

(Поступило 24.4.1975)

მექანიკა

ვ. დორეული

შეკრული ოვალური პლასტიკური ცილინდრული გარსის გაანგარიშებისათვის

რეზიუმე

მ. მიქელაძის თეორიის საფუძველზე [1] გაანგარიშებულია ორივე ბოლოთი თავისუფლად დაყრდნობილი შეკრული ოვალური პლასტიკური ცილინდრული გარსი შიგა თანაბარი წნევის ქმედებაზე.

MECHANICS

V. V. DOREULI

TOWARD THE CALCULATION OF CLOSED OVAL PLASTIC CYLINDRICAL SHELLS

Summary

A closed oval plastic cylindrical shell with both ends free is calculated for internal uniform pressure, on the basis of M. Mikeladze's theory [1].

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Ш. Микеладзе. Сообщения АН ГССР, 74, № 2, 1974.
2. Ш. Е. Микеладзе. Некоторые задачи строительной механики. М.—Л., 1948.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 007

КИБЕРНЕТИКА

В. В. ЧАВЧАНИДЗЕ (академик АН ГССР), В. Е. ЖУКОВИН, А. Е. КОЧАРЯН, М. А. КАЛОЕВ

НЕКОТОРЫЕ ЗАДАЧИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ИСКУССТВЕННОГО КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА (ИКИ)

Имеется множество альтернатив $X = \{x_1, x_2, \ldots, x_n\}$. В качестве альтернатив могут выступать решения, планы, типы поведения. Функцию φ_j, определенную на X, со значениями $a_k^{(j)} \in A^{(j)}$ $(k = 1, 2, \ldots, l_j)$ назовем признаком, если на $A^{(j)}$ определено отношение порядка, позволяющее сравнивать любую пару его элементов. Вариантами признака являются целевая функция, функция полезности, функция выигрыша или потерь.

Пусть имеется набор признаков $\Phi = \{\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_m\}$. Тогда выбором наилучшего решения по нескольким признакам называют выделение из X некоторого подмножества решений X^* в соответствии со следующей системой уравнений:

$$X^* = \{x_i : \sup_{x_i \in X} \varphi_j(x_i) \text{ для } j = \overline{1, m}\}. \tag{1}$$

Для многих практически интересных задач $X = \varnothing$. В этом случае набор признаков противоречив — аналитического решения системы (1) не существует. Между тем, человек в таких противоречивых условиях выбирает приемлемое решение. Он идет на компромисс.

Любое дополнительное условие, позволяющее упорядочить множество возможных значений набора признаков Φ в целом $A = A^{(1)} \times A^{(2)} \times \ldots \times A^m$, назовем условием компромисса. Условий компромисса много. Некоторые из них детально исследованы. Наиболее очевидным способом выявления условия компромисса представляется попарное сравнение элементов А путем опроса субъекта, принимающего решение.

Если множество A содержит большое число элементов, а в практически интересных задачах это условие всегда выполняется, то упорядочить множество A путем проведения полного опроса не удается. Большую роль начинает играть фактор ограниченности времени и ресурсов. Поэтому возникает следующая задача: на основе частичного опроса выявить отношение порядка для некоторых пар элементов из А в том или ином приближении и предложить способ расширения этого отношения на все множество A.

Для решения этой задачи можно применить теорию искусственного концептуального интеллекта (ИКИ), разработанную в работах одного из авторов [1, 2], в основу которой положена имитация процесса формирования понятий человеком. Будучи сформированным, понятие является экономным описанием класса объектов или отношений и при поступлении новых реализаций позволяет с определенной степенью достоверности определить их принадлежность классу, определяемому данным понятием. Метод формирования понятий универсальный, количественный и легко реализуется на ЭВМ.

Будем считать, что условие компромисса определяет на множестве возможных решений X двухместное транзитивное антисимметричное отношение порядка $x_i R x_k$: «решение x_i лучше решения x_k», где $x_i, x_k \in X$.

Пару решений (x_i, x_k) будем называть реализацией. Отношение порядка R для данной реализации может принимать два значения истинности: $x_i R x_k$ истинно (положительно оцененная реализация) или $x_i R x_k$ ложно (отрицательно оцененная реализация). В последнем случае истинным является $x_k R x_i$.

Возьмем положительно оцененную реализацию. Для нее имеем следующие пары значений признаков:

$$[\varphi_j(x_i,)\ \varphi_j(x_k)]\quad j=\overline{1, n}. \tag{2}$$

Введем следующие фильтры:

$$\Psi_j=\begin{pmatrix} q_1^{(j)} \\ \vdots \\ q_S^{(j)} \end{pmatrix},\quad j=\overline{1, n}, \tag{3}$$

где

$$q_\nu^{(j)}=\begin{cases}1, & \text{если } \varphi_j(x_i) P_j \varphi_j(x_k) \text{ истинно,} \\ 0, & \text{если } \varphi_j(x_i) P_j \varphi_j(x_k) \text{ ложно.}\end{cases}$$

При этом ν — номер реализации (x_i, x_k), $\nu=\overline{1, S}$, а P_j — двухместное транзитивное антисимметричное отношение порядка, определенное на множестве возможных значений признака φ_j. Для ν-той положительно оцененной реализации можно сформировать следующую конъюнктивную форму из фильтров:

$$\overset{\nu}{\Psi}_1 \vee \overset{\nu}{\Psi}_2 \vee \ldots \overset{\nu}{\Psi}_n, \tag{4}$$

где

$$\overset{\nu}{\Psi}_j=\begin{cases}\Psi_j, & \text{если } q_\nu^{(j)}=1, \\ \overline{\Psi_j}, & \text{если } q_\nu^{(j)}=0.\end{cases}$$

Пусть нами просмотрено N положительно оцененных реализаций. Из соответствующих им конъюнктивных форм типа (4) образуем дизъюнктивную форму. Минимизация этой конъюнктивно-дизъюнктивной формы при помощи одного из известных методов даст нам количественное представление понятия «решение x_i лучше решения x_k» для произвольных решений $x_i, x_k \in X$ [1, 2].

В Институте кибернетики АН ГССР имеется универсальная программа «Концепт», позволяющая реализовать на ЭВМ процедуру формирования понятий. Понятие $x_i R x_k$ формируется на основе частичного опроса и храниться в памяти ЭВМ. Используя это понятие, ЭВМ в состоянии распространить выявленное отношение порядка на все множество возможных решений X, просмотрев и оценив в соответствии со сформированным понятием $x_i R x_k$ все непросмотренные пары решений (реализации). При этом, конечно, возможны ошибки. Их будет тем больше, чем несовершеннее сформированное понятие. Но программа «Концепт» имитирует естественный интеллект, который тоже не застрахован от ошибок. Таким образом, метод формирования понятий позволяет автоматизировать процесс упорядочения множества возможных решений, планов, вариантов какой-либо организационной системы, типов поведения на основе частичного опроса по многим признакам. Эта задача является одной из основных в системном анализе.

Данная модель включает в себя механизм обучения. Получив определенную реализацию (x_i, x_k), ЭВМ оценивает ее по всем признакам в соответствии со сформированным понятием и выдает ответ: «Решение x_i лучше решения x_k» или наоборот. Если при этом существует какой-либо механизм по оценке правильности этого ответа, то ЭВМ способна обучаться, включая последнюю реализацию в массив реализаций, на основе которых было сформировано понятие. Увеличение же этого массива автоматически ведет к повышению эффективности понятия. ЭВМ как будто бы накапливает опыт, улучшая свое поведение. В качестве такого механизма оценки может выступать компетентное лицо (учитель) или результат реализации выбранного решения. Другой вид обучения предусматривает ввод в память ЭВМ некоторого упорядоченного подмножества решений $X_1 \subset X$. Это грубая аналогия с познавательным процессом. Поскольку каждая такая программа, вообще говоря, будет иметь свой собственный индивидуальный опыт сравнения пары решений, планов или типов поведения, то две программы вполне могли бы обменяться своим опытом, улучшив качество своих оценок, свое поведение.

Преимущества предлагаемого метода можно сформулировать следующим образом. Во-первых, в процессе принятия решения данный метод использует дополнительную (текущую) информацию по всем признакам. Во-вторых, эта информация, а также накапливаемый в процессе принятия решения или выполнения задачи опыт храниться в компактной, легко фиксируемой в ЭВМ форме. Вся несущественная информация «просеивается». В-третьих, преимущество этого метода особенно наглядно проявляется при «длинном поиске», когда метод случайного поиска и метод проб и ошибок «захлебываются». Конечно, поведение на основе теории формирования понятий и выработки концепт-структур (ИКИ) не застраховано от ошибок, впрочем как и поведение человека в аналогичной ситуации или поведение на основе других эвристик, распространенных в моделях искусственного интеллекта.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 27.2.1975)

კიბერნეტიკა

ვ. ჭავჭანიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი),
ვ. ჟუკოვინი, ა. კოჩარიანი, მ. კალოევი

სისტემური ანალიზის ზოგიერთი ამოცანა ხელოვნური კონცეპტუალური ინტელექტის (ხკი) თეორიის საფუძველზე

რეზიუმე

ხელოვნური კონცეპტუალური ინტელექტის (ხკი) თეორია გამოვიყენეთ იმ ამოცანის გადასაწყვეტად, რომელიც სისტემურ ანალიზში ცნობილია როგორც გადაწყვეტილების მიღების ამოცანა ეფექტურობის მრავალი კრიტერიუმის მიხედვით.

განხილულია ასეთი მიდგომის შესაძლებელი რეალიზაცია მრავალმიზნიანი გადაწყვეტილების მიმღები ეგმ პროგრამის სახით.

CYBERNETICS

V. V. CHAVCHANIDZE, V. E. ZHUKOVIN, A. E. KOCHARYAN, M. A. KALOEV

SOME PROBLEMS OF SYSTEMS ANALYSIS ON THE BASIS OF THE ARTIFICIAL CONCEPTUAL INTELLIGENCE (ACI) THEORY

Summary

The artificial conceptual intelligence (ACI) theory is used in solving the problem known in systems analysis as decision making on many criteria of efficiency. A possible implementation of this approach in the form of a computer program making a multigoal decision is considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, 63, № 1, 1971.
2. V. V. Chavchanidze. Kybernetes, vol. 3, 1974.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 681.32

КИБЕРНЕТИКА

Г. В. КАНТАРИЯ

АЛГОРИТМЫ ТАБЛИЧНОЙ АРИФМЕТИКИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 10.3.1975)

Попытаемся выразить натуральный логарифм полноразрядного числа через простейшие арифметические и некоторые таблично выполняемые операции над компонентами этого числа.

Пусть $X = 0, x_1, x_2, \ldots, x_n$ — нормализованная мантисса числа без знака в системе счисления с основанием r. Разобьем X на два компонента (n — четное число)

$$X = X_1 + r^{-k} X_2,$$

где

$$X_1 = 0.x_1 x_2 \ldots x_k, \quad X_2 = 0.x_{k+1} x_{k+2} \ldots x_{2k}. \tag{1.1}$$

Погрешность вычисления функции $\ln(X)$, индуцированная погрешностью представления X в ЭВМ, можно выразить соотношением

$$\Delta \ln(X) = \ln(X + h) - \ln(X) = \ln(1 + h/X), \tag{1.2}$$

где h — шаг разрядной сетки. Величина h мала, а X нормализована, т. е. $r^{-1} \leqslant X < 1$, поэтому из (1.2) получаем

$$h/X - 1/2 \cdot (h/X)^2 < \Delta \ln(X) < h/X,$$

$$\delta_1 \equiv \max \Delta \ln(X) \approx rh. \tag{1.3}$$

Аналогичным образом вычисляется погрешность потенцирования, индуцированная погрешностью представления X

$$\Delta \exp(X) = \exp(X + h) - \exp(X) = \exp(X)(\exp(h) - 1),$$

$$\delta_2 \equiv \max \Delta \exp(X) = eh. \tag{1.4}$$

Используя простые преобразования, можно написать

$$\ln(X) = \ln(X_1) + \ln(1 + r^{-k} X_2/X_1). \tag{1.5}$$

По существу правая часть (1.5) содержит операции только над компонентами X_1 числа X. Число k следует выбрать так, чтобы за результат операции X_2/X_1 можно было бы принять однокомпонентное число. Вычисление $\ln(X)$, согласно формуле (1.5), возможно по двум схемам.

Схема 1. Вычислить частное X_2/X_1 по формуле

$$X_2/X_1 = \exp(\ln(X_2) - \ln(X_1)) \tag{1.6}$$

и определить значения $\ln(X_i)$ и $\exp(X_i)$ в правой части (1.5) по таблицам функций $\ln(X_i)$, $\ln(1+r^{-k}Y_i)$ и $\exp(Z_i)$, где Y_i и Z_i обозначают однокомпонентные числа. Z_i может быть и отрицательным, что требует удвоения количества входов соответствующей таблицы.

Схема. 2. Вместо (1.5) использовать формулу (1.6) и приближение

$$\ln(X) \approx \ln(X_1) + r^{-k}X_2/X_1, \tag{1.7}$$

максимальная погрешность которого δ_3 удовлетворяет соотношению

$$\delta_3 \equiv \max 1/2 \cdot r^{-2k}(X_2/X_1)^2 \approx 1/2 \cdot r^{-2k+2}. \tag{1.8}$$

Тогда окончательный вид алгоритма вычисления $\ln(X)$ будет соответствовать формуле

$$\ln(X) = \ln(X_1) + r^{-k} \cdot \exp(\ln(X_2) - \ln(X_1)). \tag{1.9}$$

Избыточность в точности представления компонент числа k разрядами должна обеспечить ограничение максимальных погрешностей вычислений δ_1 и δ_2 величиной исходной погрешности представления чисел δ_0, которая обычно берется равной $\delta_0 = 0{,}5r^{-n}$. Формула (1.8) содержит суперпозицию двух функций вида $\exp(\ln(X))$, которая, согласно соотношениям (1.3) и (1.4), может привести к результирующей максимальной погрешности $\delta \approx e \cdot \Delta\ln(X) \leqslant erh$. Таким образом, для подбора числа k следует использовать соотношения $h = r^{-2k}$ и $\delta \leqslant \delta_0$, $\delta_3 \leqslant \delta_0$, что приводит к системе неравенств

$$\begin{gathered} k \geqslant (n+1+\log_r(e+2))/2, \\ k \geqslant n/2+1. \end{gathered} \tag{1.10}$$

Схема 1 требует удовлетворения только первого неравенства этой системы, схема 2 — обоих неравенств. Для схемы 1 при крайних значениях $r=2$ и $r=16$ соответственно приходим к выбору значений $k = n/2+2$ и $k=n/2+1$, которые автоматически удовлетворяют и второму неравенству системы (1.10). Это обстоятельство определяет выбор схемы 2 как более экономичной.

Неравенство (1.8), позволяющее использовать приближения (1.7), разрешает также замену $r^{-k}X_2 \to \ln(1+r^{-k}X_2)$, что приводит к соотношению $\exp(X) = \exp(X_1) \cdot \exp(r^{-k}X_1) = \exp(X_1)(1+r^{-k}X^2)$ и окончательно к формуле

$$\exp(X) = \exp(X_1) + r^{-k} \cdot \exp(X_1 + \ln(X_2)). \tag{1.11}$$

Нахождение значений $\ln(X_1)$ и $\exp(X_1)$ требует две таблицы с количеством входов $N = r^k$ и $N = 2\,r^k$ соответственно, с разрядностью выходного слова $R = 2\,k$. Используя для них отдельные блоки ПЗУ, можно построить самостоятельное устройство табличной арифметики.

Алгоритмы вычисления функций $\ln(X)$ и $\exp(X)$, соответствующие формулам (1.9) и (1.11), весьма просты. Каждая из них содержит три обращения к ПЗУ, две операции типа сложения, операции нормализации, опроса на равенство нулю X_2 и несколько операций перемещения с регистра на регистр.

Операции умножения и деления чисел табличным образом выполняются по алгоритмам

$$X \times Y = \exp(\ln(X) + \ln(Y)), \tag{1.12}$$

$$X/Y = \exp(\ln(X) - \ln(Y)), \tag{1.13}$$

которые примерно в 3 раза сложнее алгоритмов (1.10) и (1.11).

Прежде чем рассмотреть трехкомпонентный вариант представления чисел, проанализируем несколько реальных примеров приложения.

Пример 1. Пусть $r=2$, $n=24$. Тогда следует выбрать $k=n/2+2=14$. Отсюда количество входов таблицы $N=2^{14}$, емкость ПЗУ — три блока, каждый на 16 K 28-разрядных чисел.

В различных ЭВМ и УВМ, использующих представление с плавающей запятой и разрядность $n \leqslant 24$, алгоритмы (1.9), (1.11), (1.12) и (1.13) могут быть использованы при сравнительно небольших емкостях ПЗУ.

Пример 2. Пусть $r=16$, $n=6$. Тогда следует выбрать $k=n/2+1 \approx 4$. Этот случай соответствует обычной точности представления чисел с плавающей запятой в ЕС ЭВМ. Количество входов таблицы $N=16^4$, емкость блока ПЗУ — на 64 K слов. Можно показать, что предварительный сдвиг мантиссы на тетраду влево или ее двоичная нормализация уменьшает емкость ПЗУ до 32 или 16 K слов, слегка усложняя алгоритмы табличной арифметики.

Табличные алгоритмы вычисления $\ln(X)$ и $\exp(X)$ для трехкомпонентного представления числа

$$X = X_1 + r^{-k} X_2 + r^{-2k} X^3 \tag{1.14}$$

нетрудно свести к двухкомпонентному варианту. Действительно, ограничиваясь в разложении этих функций в ряд членами порядка r^{-2k}, получаем

$$\ln(X) = \ln(X_1) + r^{-k} X_2/X_1 + r^{-2k}(X_3/X_1 - 1/2 \cdot (X_2/X_1))^2, \tag{1.15}$$

$$\exp(X) = \exp(X_1) + r^{-k} \cdot \exp(X_1) \cdot X_2/X_1 + r^{-2k}(\exp(X_4) \cdot X_3/X_1 + \\ + 1/2 \cdot \exp(X_1)(X_2/X_1)^2). \tag{1.16}$$

Все члены правой части этих выражений, за исключением вторых, содержат только операции над компонентами числа. Вторые члены порядка r^{-k}, и поэтому X_2/X_1 должно быть вычислено по алгоритму, соответствующему формулам (1.11) и (1.13).

В формулах (1.15) и (1.16) отброшены члены порядка $\delta \equiv 1/2 \cdot r^{-3k} X_2 X_3/X_1^2 \geqslant 1/2 \cdot r^{-3k+2}$, что при условии $\delta \leqslant 1/2 \cdot r^{-n}$ приводит к требованию $k \leqslant (n+2)/3$. Отсюда для примеров, рассмотренных выше, получаем:

Пример 1. $r = 2$, $n = 24$, $k \geqslant 26/3$, т. е. $k = 9$, $N = 2^9$. Емкость одного блока ПЗУ — на 0,5 K 27-разрядных чисел.

Пример 2. $r = 16$, $n = 6$, $k \geqslant 8/3$. Можно выбрать $N = 16^3$ или более экономно $n = 2^{11}$. Емкость одного блока ПЗУ — на $4K$ или $2K$ 32-разрядных чисел. При точности вычислений, обычной для машин класса ЕС ЭВМ, этот вариант приводит к простым аппаратным решениям. Труднее обстоит дело с двойной точностью: для $r = 16$, $n = 14$ $N \geqslant 16^5$. Ясно, что соответствующее усложнение аппаратуры неоправдано для столь редко используемых точностей.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 13.3.1975)

კიბერნეტიკა

გ. კანთარია

ცხრილური არითმეტიკის ალგორითმები

რეზიუმე

ნორმალიზებული რიცხვი გამოიხატება ისეთ კომპონენტთა ჯამის სახით, რომელთა ფარდობა მცირე სიდიდეა. ეს გვაძლევს საშუალებას გამრავლების და გაყოფის ოპერაციები, აგრეთვე $\ln(X)$ და $\exp(X)$ ფუნქციების მნიშვნელობები გამოვხატოთ მარტივი ალგორითმების სახით, რომლებიც შეიცავენ შეკრების ტიპის რამდენიმე ოპერაციას და რამდენიმე მიმართვას ორი ცხრილისადმი, რომელთა შესავალთა რაოდენობა ძალიანაა რედუცირებული. გაანალიზებულია ამ ალგორითმების თანამედროვე ელექტრონულ გამომთვლელ მანქანებში გამოყენების ეფექტურობა.

CYBERNETICS

G. V. KANTARIA

ALGORITHMS OF TABULAR ARITHMETIC

Summary

A normalized number is expressed as the sum of components whose ratio is a small value. This enables to represent multiple-type operations and the calculation of the functions $\ln(X)$ and $\exp(X)$ in the form of simple algorithms containing some addition-type operations and a few addresses to two tables whose number of inputs is strongly reduced. The efficiency of using these algorithms in modern computers is analysed.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 007

КИБЕРНЕТИКА

Р. В. ТЕЛЕСНИН, С. К. КУХАРСКАЯ

ДИФРАКЦИЯ СВЕТА НА ДОМЕННОЙ СТРУКТУРЕ ОРТОФЕРРИТОВ И ФЕРРИТ-ГРАНАТАХ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 5.2.1975)

В настоящее время довольно интенсивно исследуются свойства ортоферритов и феррит-гранатов магнитооптическими методами. Наиболее актуальным является исследование дифракции света на ортоферритах $DyFeO_3$, $YFeO_3$, $Sm_{0,55}Tb_{0,45}FeO_3$ и феррит-гранатах $(Eu-Er-Gd)Fe_5O_{12}$.

На вышеуказанных образцах исследовалось поведение как доменной структуры, так и дифракционной картины в зависимости от внешних постоянных управляющих магнитных полей напряженностью не более нескольких десятков эрстед.

Наблюдения проводились нами на магнитно-оптической установке, собранной на базе поляризационного микроскопа МП-7 (увел. 250). Источником света служил гелий-неоновый лазер ЛГ-75.

Доменная структура изучалась в поляризационном проходящем свете с использованием эффекта Фарадея.

Нами были изучены особенности дифракции света на доменных структурах различных видов: лабиринтной, полосовой и ортогональной.

Доменная структура имеет лабиринтный характер у образцов ортоферритов $Sm_{0,55}Tb_{0,45}FeO_3$. На границах между микродоменами наблюдается излом полосовой структуры, что свидетельствует о различном выходе из плоскости интегральной намагниченности [1].

Такой структуре соответствует статистически равномерное угловое распределение дифракционных максимумов первого и высшего порядков, а сама дифракционная картина имеет форму кольца. Радиус кольца определяется средним значением периода дифракционной решетки, равным средней ширине двух соседних доменов разных знаков [2].

На рис. 1 приведена доменная структура ортоферрита $Sm_{0,55}Tb_{0,45}FeO_3$ и соответствующая ей дифракционная картина.

При изменении напряженности управляющего постоянного магнитного поля увеличивается ширина доменов, меняется период дифракционной решетки, что, в свою очередь, вызывает увеличение радиуса дифракционного кольца. Кривая рис. 2 показывает изменение ширины домена с увеличением магнитного постоянного управляющего поля.

Кроме того, исследовалась дифракция света на доменной структуре, имеющей регулярный характер — полосовой. Такая структура дает возможность использовать ее в качестве управляемой магнитным полем дифракционной, фазовой решетки [3]. Измерения проводились на монокристаллических пластинках ортоферритов.

На рис. 3 представлены доменная структура такой пластинки и соответствующая ей дифракционная картина. Из рисунка видно, что полосовой доменной структуре соответствует точечная дифракционная картина. Нами наблюдались дифракционные максимумы до второго порядка.

Рис. 1. Доменная структура на ортоферрите $Sm_{0,55}$ $Tb_{0,45}$ FeO_3 (а) и дифракция на ортоферрите $Sm_{0,55}$ $Tb_{0,45}$ FeO_3 (б)

На рис. 4 можно наблюдать изменение зависимости ширины доменов и расстояния между дифракционными максимумами нулевого, первого, третьего порядков от магнитного постоянного поля, прило-

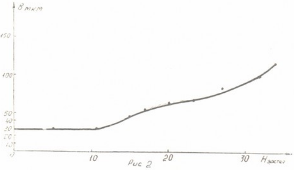


Рис. 2. Изменение ширины доменов с увеличением магнитного постоянного управляющего поля на ортоферрите $YFeO_3$

женного перпендикулярно плоскости образца ортоферрита $YFeO_3$. При действии постоянного управляющего магнитного поля, приложенного

Рис. 3. Доменная структура образца ортоферрита $YFeO_3$ (а) и дифракционная картина ортоферрита $YFeO_3$ (б)

перпендикулярно образцу ортоферрита $YFeO_3$, происходит рост ширины доменов. Это означает, что период дифракционной решетки изменяется, т. е. меняются расстояния между дифракционными максимумами. Некоторое изменение расстояния, т. е. периода решетки в поле до 10 э, связано с тем, что энергетически менее выгодные домены в таких полях просто исчезают, в результате чего дифракционная картина становится размытой.

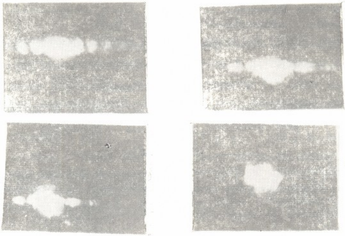


Рис. 4. Изменение ширины дифракционных максимумов в зависимости от величины управляемого постоянного магнитного поля: а — при H=O для образца ортоферрита $YFeO_3$, б — при H=7,49 э, в — при H=8,56 э, г — при H=10,7 э

На рис. 4 показано, как меняется зависимость ширины доменов и расстояния между дифракционными максимумами нулевого, первого, третьего и т. д. порядков от величины управляемого постоянного магнитного поля, направленного перпендикулярно плоскости исследуемого образца. Высокий контраст доменной структуры и четкая дифракци-

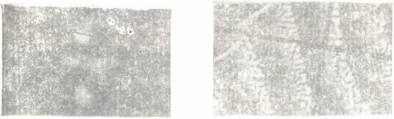


Рис. 5. Доменная структура феррит-граната (Eu—Er—Gd) Fe_5O_{12} (а) и дифракционная картина феррит-граната (Eu—Er—Gd) Fe_5O_{12} (б)

онная картина обусловлены большим фарадеевским вращением в ортоферритах [3]. Отсутствие второго, четвертого порядков на дифракционной картине соответствует теории периодических решеток, откуда следует, что для решетки с периодом, равным удвоенной ширине щели, четные порядки, кроме нулевого, отсутствуют.

Нами наблюдались дифракционные картины редкоземельных феррит-гранатов (Eu—Er—Gd)Fe_5O_{12}, дифракционная картина которых имеет ортогональное расположение дифракционных максимумов. На рис. 5,а, б представлены доменная структуры феррит-граната

(Eu—Er—Gd)Fe_5O_{12} и соответствующая ей дифракционная картина. Как показано на рис. 5в, редкоземельный феррит-гранат (Eu—Er—Gd)Fe_5O_{12} имеет две подрешетки, каждая из которых имеет противоположный выход намагниченности. Интенсивность этих подрешеток зависит от величины и направления намагниченности в доменах.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 7.2.1975)

კიბერნეტიკა

რ. ტელესნინი, ს. კუხარსკაია

ორთოფერიტების და ფერიტ-გრანატების დომენურ სტრუქტურაზე სინათლის დიფრაქცია

რეზიუმე

ექსპერიმენტულად შესწავლილია ორთოფერიტების და ფერიტ-გრანატების ფირებში სხვადასხვა სახის დომენურ სტრუქტურაზე (ლაბირინტული, ზოლური, ორთოგონალური) სინათლის სხივის დიფრაქციის თავისებურებანი სხვადასხვა სიდიდის დაძაბულობის გარე მუდმივი მაგნიტური ველის მოდებისას.

ველის ცვლისას შეიმჩნეოდა დომენური სტრუქტურის ცვლილების ორი სახე: ა) ერთი ნიშნის დომენების ზრდა მეორე ნიშნის დომენების ხარჯზე და ბ) ორივე ნიშნის დომენების ზომების ერთდროული ცვლილება.

პირველ შემთხვევაში შეიმჩნეოდა დიფრაქციული სურათის სიკაშკაშის ცვლილება და უმაღლესი რიგის მაქსიმუმების გამოჩენა. მეორე შემთხვევაში იცვლებოდა დიფრაქციული მაქსიმუმების განლაგება.

CYBERNETICS

R. V. TELESNIN, S. K. KUKHARSKAYA

DIFFRACTION OF LIGHT ON THE DOMAIN STRUCTURE OF ORTHOFERRITES AND FERRITE-GARNETS

Summary

The peculiarities of light diffraction of domain structure of orthoferrites and ferrite-garnet plates of various kinds (labyrinthine, strip, orthogonal) on applying external constant magnetic fields of various density were studied. Two types of domain structure changes have been observed with the change of field:

a) growth of domains of the same magnetization value owing to domains of the opposite sign and b) simultaneous change of the sizes of both values. In the former case change of diffraction picture brightness and emergence of high order diffractional maxima have been observed. In the latter case the disposition of diffractional maxima changed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. А. Экономов, Е. Н. Ильичева, Н. Г. Канавина, А. Г. Шишков, Р. В. Телеснин. ФТТ, т. 13, 1971.
2. В. И. Щеглов. ФТТ, т. 15, вып. 4, 1973.
3. М. В. Четкин, Ю. С. Дидосян, А. И. Ахуткина. ФТТ, т. 13, вып. II, 1971.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 62—501.72

КИБЕРНЕТИКА

Д. И. БАШАЛЕИШВИЛИ

ИДЕНТИФИКАЦИЯ УКРУПНЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 11.3.1975)

Определение укрупняющей системы дано в [1]. Под идентификацией линейной укрупняющей системы A мы понимаем определение уравнения вход — выход или вход — выход — параметр с помощью одной упорядоченной пары $(f, \varphi) \in R_{(0, \infty)}$, где f и φ— плотности распределения потоков частиц соответственно на входе и выходе укрупняющего объекта $\mathbf{A}$.

В работе [2] показано, что уравнение вход—выход—параметр линейной укрупняющей системы A имеет вид

$$\varphi(x) = \int_0^x K(x-y, y) f(y)\, dy \quad 0 < x < \infty \tag{1}$$

при условии, что параметр μ является нулевым вектором (см. [1]).

Следовательно, задача идентификации системы A сводится к решению функционального уравнения (1) относительно $K(x-y, y)$. Нетрудно убедиться в том, что уравнение (1) имеет множество решений, а именно

$$K(x-y, y) = \frac{\varphi(x)\, \chi(x, y)}{f(y) \int\limits_0^x \chi(x, z)\, dz}, \tag{2}$$

где $\chi(x, y)$ — произвольная непрерывная функция. Линейная система A должна иметь единственную характеристику $K(x-y, y)$. Поэтому необходимо выбрать из множества решений (2) такое $K(x-y, y)$, которое удовлетворяет второму условию плотности

$$\int_y^\infty K(x-y, y)\, dx = 1. \tag{3}$$

Подставляя выражение (2) в (3), получаем следующее нелинейное функциональное уравнение относительно $\chi(x, y)$:

$$\int_y^\infty \frac{\varphi(x)\, \chi(x, y)}{\int\limits_0^x \chi(x, z)\, dz}\, dx = f(y). \tag{4}$$

Если решение $\chi(x, y)$ уравнения (4) существует, решением будет также и $\alpha\chi(x, y)$, где α — произвольная постоянная или функция от x. Подставляя $\alpha\chi(x, y)$ в выражение (2), получаем единственную функцию $K(x-y, y)$, удовлетворяющую условию (3).

Если система A описывается линейным дифференциальным уравнением вход—выход порядка n, то функция $K(x-y, y)$ представима в общем случае в виде суммы n слагаемых произведений функции от x на функцию от y. Поэтому для дифференциального уравнения первого порядка $\chi(x, y)$ может оказаться функцией только от y, вследствие чего иногда вместо уравнения (4) можно пользоваться нелинейным интегральным уравнением

$$\int\limits_{y}^{\infty} \frac{\varphi(x)}{\int\limits_{0}^{x} \chi(z)\, dz}\, dx = \frac{f(y)}{\chi(y)}. \tag{5}$$

Общих аналитических методов решения уравнений (4) и (5) не существует, однако нередко удается угадать решение после подстановки заданных функций $f(x)$ и $\varphi(x)$ в выражение (4) или (5).

Зная функцию $K(x-y,y)$, можно определить порядок n и переменные коэффициенты дифференциального уравнения вход—выход. Так как по определению $K(x-y, y)$ (см. [3]) является решением однородного уравнения

$$\sum_{i=0}^{n} a_{n-i}(x)\, K_x^i(x-y, y) = 0 \tag{6}$$

при начальных условиях $\left.\frac{d^i K(x-y, y)}{dx^i}\right|_{x=y} = 0, \quad i = 0, 1, \ldots, n-2$ и $\left.\frac{d^{n-1}K(x-y, y)}{dx^{n-1}}\right|_{x=y} = \frac{1}{a_0(y)}$, то вначале определяются производные функции $K(x-y, y)$ до порядка k, при котором $K_x^{(k)}(x-y, y)|_{x=y} \neq 0$. Отсюда сразу определяются порядок n и коэффициент $a_0(x)$, т. е. $n=k+1$ и $a_0(y) = \left(\left.\frac{d^{n-1}K}{dx^{n-1}}\right|_{x=y}\right)^{-1}$. Далее, подставляя все производные функции $K(x-y, y)$ в (6), получаем полином степени n относительно x. Из равенства нулю коэффициентов полинома приходим к системе алгебраических уравнений относительно искомых коэффициентов $a_i(x)$, $i = 1, 2, \ldots n$.

Лучше пользоваться другим методом, определяя дифференциальное уравнение по заданной фундаментальной системе [4].

Следовательно, уравнение вход—выход системы A принимает вид

$$\sum_{i=0}^{n} a_{n-1}(x)\, \varphi^{(i)}(x) = f(x). \tag{7}$$

Пример 1. На входе и выходе системы A заданы плотности распределения соответственно $f(x) = \frac{x^2}{2} e^{-x}$ и $\varphi(x) = \left[\frac{x^3}{4} - \frac{x^2}{2} + \right.$ $\left. + \frac{x}{2} \ln(x+1)\right] e^{-x} = \frac{x}{2} e^{-x} \int\limits_0^x \frac{y^2}{1+y} dy$. Требуется определение функции $K(x-y, y)$ и дифференциального уравнения вход—выход.

Подставляя $f(x)$ и $\varphi(x)$ в выражения (5), легко определим $\chi(y) = \frac{y^2}{1+y}$. Из выражения (2) находим $K(x-y, y) = \frac{x}{1+y} e^{-(x-y)}$. Так как $K(x-$ $-y, y)|_{x=y} \neq 0$, то $n=1$ и $a_0(x) = \frac{x+1}{x}$. $a_1(x)$ определяется из уравнения $\frac{x+1}{x} \frac{dK}{dx} + a_1(x) K = 0$, что дает $a_1(x) = \frac{x^2-1}{x^2}$. Окончательно уравнение вход—выход имеет вид

$$x \frac{d\varphi(x)}{dx} + (x-1)\varphi(x) = f(x).$$

Решение уравнения вход—выход, т. е. уравнения вход—выход—параметр принимает вид

$$\varphi(x) = \int\limits_0^x \frac{x}{1+y} e^{-(x-y)} f(y)\, dy.$$

Нетрудно убедиться в том, что для любой плотности $f(x)$ функция $\varphi(x)$ также является плотностью.

Пример 2. На входе и выходе системы A заданы плотности распределения соответственно $f(x) = xe^{-x}$ и $\varphi(x) = xe^{-x}\left[\frac{x^2}{2} + x\left(1 + 2\ln\frac{1}{2+x}\right) + \right.$ $\left. + 4x \ln \frac{2}{2+x}\right]$ или более компактно $\varphi(x) = xe^{-x} \int\limits_0^x \frac{y(x-y)}{2+y} dy$.

Для заданных плотностей $f(x)$ и $\varphi(x)$ уравнение (4) имеет решение $\chi(x, y) = \frac{y(x-y)}{2+y}$. Из выражения (2) находим $K(x-y, y) = \frac{x(x-y)}{2+y} e^{-(x-y)}$. Отсюда видно, что фундаментальной системой решений искомого дифференциального уравнения является пара функций $z_1 = -xe^{-x}$ и $z_2 = x^2 e^{-x}$.

После несложных вычислений по методике, данной в [4], получаем уравнение вход—выход

$$x^2 \frac{d^2\varphi(x)}{dx^2} + 2x(x-1)\frac{d\varphi(x)}{dx} + (x^2 - 2x + 2)\varphi(x) = f(x),$$

а уравнение вход—выход—параметр принимает вид

$$\varphi(x) = \int_0^x \frac{x(x-y)}{2+y} e^{-(x-y)} f(y)\, dy.$$

Как и в примере 1, здесь для любой плотности $f(x)$ функция $\varphi(x)$ также однозначно определяется и является плотностью.

Пример 3. Пусть $f(x) = e^{-x}$ и $\varphi(x) = \frac{x^2}{2} e^{-x}$. Тогда из выражения (4) находим, что $\chi(x, y) = x - y$, а из выражения (2) — $K(x-y, y) = (x-y)\, e^{-(x-y)}$.

Соответствующее дифференциальное уравнение вход—выход получается с постоянными коэффициентами и имеет вид

$$\varphi''(x) + 2\varphi'(x) + \varphi(x) = f(x).$$

Надо отметить, что в частном случае, когда $K(x-y, y) = K(x-y)$ (см. пример 3), уравнение (1) сводится к уравнению типа Вольтерра первого рода. Решая его известными методами [5], получаем тот же результат, что и с помощью метода, предложенного в данной статье. При решении задачи идентификации обычно заранее не известно, является ли функция $K(x-y, y)$ функцией только от разности или нет, поэтому именно предложенный метод решает задачу идентификации линейной укрупняющей системы, которая описывается обыкновенным линейным дифференциальным уравнением как с постоянными, так и с переменными коэффициентами.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 13.3.1975)

კიბერნეტიკა

დ. ბაშალეიშვილი

გამამსხვილებელი სისტემის იდენტიფიკაცია

რეზიუმე

მოცემულია იდენტიფიკაციის მეთოდი გამამსხვილებელი სისტემისა, რომელიც აღიწერება ცვლადკოეფიციენტებიანი ჩვეულებრივი წრფივი დიფერენციალური განტოლებით.

CYBERNETICS

D. I. BASHALEISHVILI

IDENTIFICATION OF AN INTEGRATING SYSTEM

Summary

A method is presented for the identification of an integrating system which is described by an ordinary linear differential equation with variable coefficients.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. И. Башалеишвили. Сообщения АН ГССР, 78, № 3, 1975.
2. Д. И. Башалеишвили. Автоматика и телемеханика, 12, 1964.
3. Д. И. Башалеишвили. Автоматика и телемеханика, 10, 1966.
4. В. В. Степанов. Курс дифференциальных уравнений. М., 1953.
5. Г. Мюнтц. Интегральные уравнения, ч. I. М., 1934.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 537.635:539.143.4

ФИЗИКА

Е. Б. ВОЛЖАН

О ЯДЕРНОМ МАГНИТНОМ РЕЗОНАНСЕ В ДОМЕННОЙ СТЕНКЕ ФЕРРОМАГНЕТИКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Р. Хуцишвили 5.2.1975)

Как известно, основные особенности ядерного магнитного резонанса (ЯМР) в многодоменных ферромагнетиках в значительной степени определяются динамикой специфического магнитного дефекта — доменной границы, являющейся переходным слоем между доменами.

Влияние косвенного взаимодействия между ядрами в доменных стенках на форму линии ЯМР впервые оценил Винтер [1], который нашел вклад этого взаимодействия в локальную ширину линии для ядер в центре стенки.

Интегральная форма линии ЯМР (от ядер, расположенных в объеме доменной стенки) в случае малой концентрации магнитных ядер, когда эффектами взаимодействия Сула—Накамуры можно пренебречь, была подробно исследована в работах Е. А. Турова с сотрудниками [2], которые интересовались влиянием только сверхтонкого взаимодействия ядерных спинов с флуктуациями электронных спинов на интенсивность и форму линии ЯМР в стационарном радиочастотном поле. При этом в качестве локальной характеристики сигнала ЯМР (для ядерного спина, расположенного в данном месте кристалла) использовалась лоренцова форма линии. С другой стороны, когда концентрация ядерных спинов не мала или когда они образуют регулярную решетку, локальная форма линии близка к гауссовой [3].

Рассмотрим систему связанных между собой электронных и ядерных спинов в доменной стенке ферродиэлектрика, находящихся под воздействием переменного магнитного поля $\vec{h}(\vec{r}, t)$, которое мы будем считать ориентированным вдоль оси магнитной анизотропии z. Как известно, флуктуативная часть сверхтонкого взаимодействия между электронными и ядерными спинами приводит к эффекту усиления внешнего радиочастотного поля, в результате чего эффективный гамильтониан взаимодействия ядерной спин-системы с переменным полем может быть представлен в виде [4]

$$H_{rf} = -\frac{1}{2}\sum_i \omega_1 \left(I_i^{+} \exp\{-i\Omega t\} + I_i^{-} \exp\{i\Omega t\}\right). \tag{1}$$

Здесь

$$\omega_1 = \eta\gamma_n h^0 \sin\nu_i, \quad \sin\nu_i = \mathrm{ch}^{-1}\left(\frac{y}{\delta}\right), \ \eta = 1 + \frac{A_0}{2\beta}, \ A_0 = \frac{A}{\gamma_e\gamma_n n},$$

A — константа сверхтонкого взаимодействия, δ — толщина доменной стенки, ν — угол поворота оси локального квантования в доменной стенке, β — константа, характеризующая жесткость стенки, y — направление, перпендикулярное к стенке, η — так называемый фактор усиления радиочастотного поля. Внешнее переменное поле берется в виде $h^z = 2h_0 \cos \Omega t$.

Выражение (1) для гамильтониана взаимодействия ядерных спинов в доменной стенке с эффективным переменным магнитным полем позволяет легко найти скорость изменения энергии ядерной спин-системы в условиях высокотемпературного приближения:

$$\frac{dE}{dt} = \pi \Omega \frac{\omega_n}{kT} \frac{I(I+1)}{3} \sum_i^N \omega_1^2 G_i^{+-}(\omega_n - \Omega). \qquad (2)$$

Здесь ω_n — зеемановская частота ядер в постоянном магнитном поле $H_i^z = -\dfrac{A}{\gamma_n} \langle S_i^z \rangle_e$, обусловленном статистической частью СТВ, где $\langle \cdots \rangle_e$ означает усреднение по электронной спин-системе,

$$G_i^{+-}(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} d\tau \exp\{-i\tau\omega\} \frac{\langle I_i^- \widetilde{I}_i^+(\tau) \rangle}{\langle I_i^- I_i^+ \rangle} \qquad (3)$$

— локальная форма линии ЯМР, связанная со взаимодействием Сула—Накамуры H_{SN},

$$I_i^{\pm}(\tau) = \exp\{-iH_{SN}\tau\} I_i^{\pm} \exp\{-iH_{SN}\tau\},$$

$\widehat{\langle O \rangle} = \dfrac{Sp\widehat{O}}{Sp\,1}$ — высокотемпературное усреднение по ядерной спин-системе и T — зеемановская температура ядер.

Полагая локальную форму линии ЯМР гауссовой:

$$G_i^{+-}(\omega) = (2\pi\Delta_i^2)^{-1/2} \exp\left(\frac{-\omega^2}{2\Delta_i^2}\right), \qquad (4)$$

вычисляя второй момент функции $G_i^{+-}(\omega)$ [5]:

$$\Delta_i^2 = -\frac{Sp\,[I_i^+, H_{int}]\,[I_i^-, H_{int}]}{Sp I_i^- I_i^+} = \Delta_{SN}^2 \sin^2 \nu, \qquad (5)$$

где Δ_{SN}^2 — второй момент для ядер в центре доменной стенки [1], а также переходя в выражении (1) от суммирования к интегрированию, для скорости изменения энергии ядерной спин-системы окончательно получаем

$$\frac{dE}{dt} = \frac{\pi}{2} \eta^2 \gamma_n^2 h_0^2 \frac{N\omega_n I(I+1)}{3kT} \frac{\sqrt{2\pi}\,\Omega}{\Delta_{SN}} \left\{1 - \Phi\left(\left|\frac{\omega_n - \Omega}{\Delta_{SN}\sqrt{2}}\right|\right)\right\}, \qquad (6)$$

где $\Phi(x) = \dfrac{2}{\sqrt{\pi}} \displaystyle\int_0^x \exp - \{t^2\}\, dt \equiv erfx$ — функция ошибок, а $1 - \Phi(x) = erfcx$ — дополнительный интеграл вероятности.

Таким образом, форма линии сигнала ЯМР от доменной стенки, связанная с косвенным взаимодействием Сула—Накамуры, определяется функцией $erfc\left|\frac{\omega_n-\Omega}{\sqrt{2}\,\Delta_{SN}}\right|$, ширина которой по порядку величины совпадает с Δ_{SN} (1.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физики

(Поступило 7.2.1975)

ფიზიკა

ე. ვოლჟანი

ბირთვული მაგნიტური რეზონანსის შესახებ ფერომაგნეტიკის დომენურ კედელში

რეზიუმე

თეორიულად განხილულია ბირთვული მაგნიტური რეზონანსის ხაზის ფორმის გამოთვლის საკითხი ფერომაგნეტიკის დომენურ კედელში. მიღებულია, რომ სულ—ნაკამურას ურთიერთქმედება ბირთვულ სპინებს შორის არის ხაზის ფორმის გაგანიერების ძირითადი მექანიზმი.

ნაჩვენებია, რომ მაღალტემპერატურულ მიახლოებაში ბირთვული მაგნიტური რეზონანსის ხაზის ფორმა განისაზღვრება ალბათობის დამატებითი ინტეგრალით.

PHYSICS

E. B. VOLZHAN

ON NMR IN FERROMAGNETIC DOMAIN WALL

Summary

The question of NMR line shape determination in the ferromagnetic domain wall is considered theoretically in the assumption that the Suhl-Nakamura interaction between the nuclear spins is the main mechanism of NMR line broadening.

It is shown that in the high temperature approximation the NMR line shape is determined by the complementary probability integral.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. Winter. Phys. Rev., 124, 1961, 452.
2. Е. А. Туров, А. П. Танкеев, М. Н. Куркин. ФММ, 28, 1969, 385; ФММ, 29, 1970, 747.
3. Л. Л. Буишвили, Н. П. Гиоргадзе, Г. А. Харадзе. ФТТ, 7, 1965, 2793.
4. Е. А. Туров, М. П. Петров. Ядерный магнитный резонанс в ферро- и антиферромагнетиках. М., 1969.
5. J. Van Vleck. Phys. Rev., 74, 1948, 1168.

(1 Заметим, что при вычислении второго момента мы ограничились рассмотрением только стеночных магнонов, имеющих меньшую щель и вносящих соответственно больший вклад.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 669—405:537

ФИЗИКА

Г. Е. ГУРГЕНИШВИЛИ, А. А. НЕРСЕСЯН, Г. А. ХАРАДЗЕ

КИНЕТИКА ЭЛЕКТРОНОВ В КВАЗИОДНОМЕРНЫХ ПРИМЕСНЫХ МЕТАЛЛАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Р. Хуцишвили 4.3.1975)

Рассмотрение кинетики электронов в одномерных примесных системах наталкивается на трудность, связанную с моттовской локализацией электронных состояний в поле неупорядоченной одномерной решетки [1]. Как было показано В. Л. Березинским [2], проводимость такой системы при нуле температуры стремится к нулю по закону $\sigma(\omega) \sim (\omega\tau_i)^2 \ln|\omega\tau_i|$ при $\omega \to 0$, где τ_i — больцмановское время релаксации, связанное с рассеянием на неупорядоченном потенциале. При конечных температурах низкочастотная проводимость носит активационный («прыжковый») характер и оказывается значительно меньше, чем в типичных металлах. Проводимость изолированной нити будет иметь металлический характер лишь в высокочастотном пределе $\omega\tau_i \gg 1$, когда за период колебаний поля специфика моттовской кинетики электрона в одномерном неупорядоченном потенциале не успевает проявиться.

Однако в системе нитей, благодаря эффектам туннелирования электронов с нити на нить, картина может существенно отличаться от чисто одномерной модели даже в низкочастотном пределе, если степень неупорядоченности достаточно мала. Действительно, на изолированной нити электрон локализуется в области с размером порядка нескольких длин свободного пробега за время порядка τ_i. Если при этом для состояний вблизи энергии Ферми τ_i значительно превышает время жизни электрона на нити $\sim 1/W$, где W — ширина „поперечной" зоны, связанной с туннельными перескоками электронов ($W \ll \mathscr{E}_F$), то локализация этих состояний уже не будет иметь места. В итоге при выполнении условия $W\tau_i \gg 1$ становится применимым кинетическое уравнение Больцмана и восстанавливается обычный результат для статической проводимости $\sigma(0) = ne^2\tau_i/m$.

Приведенные выше качественные соображения можно подтвердить прямыми оценками. Будем исходить из теоретико-полевого аналога формулы Кубо для тензора проводимости, интересуясь только его продольной (вдоль нитей) составляющей:

$$\sigma_{zz}(\omega) \equiv \sigma(\omega) = \frac{ic}{\omega} Q(\omega), \tag{1}$$

$$Q(\omega) = \frac{ne^2}{mc} + \frac{2e^2}{m^2 c} \Pi^R(\omega),$$

где $\Pi^R(\omega)$—аналитическое продолжение мацубаровской функции

$$\Pi(i\omega) = T \sum_{\omega'} \sum_{\vec{p}\vec{p}'} p_z p'_z \overline{G(\vec{p}, \vec{p}'; i\omega'_+) G(\vec{p}', \vec{p}; i\omega'_-)} \qquad (2)$$

$(\omega = 2m\pi T)$ в верхнюю комплексную полуплоскость $(i\omega \to \omega + i\delta)$. В (2) $G(\vec{p}, \vec{p}'; i\omega'_\pm)$—гриновская функция электрона для системы нитей с примесями, $\omega'_\pm = \omega' \pm \omega/2$ $(\omega' = (2n+1)\pi T)$, черта означает усреднение по положениям примесных атомов, которое выполняется с помощью известной техники [3].

В низкочастотном пределе суммирование диаграмм для $\Pi(i\omega)$ происходит по принципу отбора наиболее расходящихся графиков при $\omega\tau_i \to 0$ в каждом порядке теории возмущений. На рисунке приведены диаграммы нижайших порядков для Π, где пунктиром обозначена величина $C_i |U_{\vec{p}\vec{p}'}|^2/N$ ($U_{\vec{p}\vec{p}'}$—матричный элемент примесного потенциала, C_i—концентрация примесей).

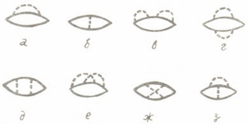


Рис. 1

Как известно [3], учет диаграмм лестничного типа (рис. 1, б, д) приводит к замене обычного времени релаксации на транспортное. Поэтому, приняв для простоты контактную модель ($U_{\vec{p}\vec{p}'} = U$), мы можем исключить графики такого типа из рассмотрения. В случае обычного трехмерного металла все перекрестные графики (рис. 1, е, ж, з) обнаруживают относительную малость $1/\mathscr{E}_F \tau_i \ll 1$ и могут быть опущены. Тогда в низкочастотном пределе достаточно просуммировать все диаграммы типа а, в, г, что эквивалентно хартри-фоковскому приближению $\overline{GG} = \overline{G} \cdot \overline{G}$ в формуле (2) ($\overline{G}$ — усредненная по всем примесным конфигурациям электронная функция Грина) и приводит к обычному результату для статической проводимости, следующему из кинетического уравнения.

В чисто одномерном случае (изолированная нить с примесями) малость перекрестных графиков остается лишь в отношении собственно-энергетических поправок (рис. 1, е), в то время как все вершинные поправки (рис. 1, ж, з) не малы. Именно эти графики ответственны за обращение в нуль статической проводимости неупорядоченной одномерной системы при $T = 0$.

Выясним, как повлияют эффекты туннелирования электронов в системе нитей на величину перекрестных вершинных графиков. Рассмотрим, например, график з. Выполняя суммирование по частотам и интегрирование по продольным составляющим импульсов, после аналитического продолжения получаем

$$\Pi^{R}_{(3)}(\omega) = -\frac{mn}{8\,\omega\tau_i^2}\left(\frac{d}{2\pi}\right)^6 \int \frac{d^2\vec{q}\,d^2\vec{q}\,'\,d^2\vec{q}\,''}{2\omega + w(\vec{q}) + w(\vec{q}\,') - w(\vec{q}\,'') - w(\vec{q}\,' + \vec{q}\,'' - \vec{q})}, \quad (3)$$

где $1/\tau_i = 2\pi C_i U^2 \rho_1$ — борновское обратное время релаксации, d — параметр плоской решетки нитей, $w(\vec{q})$ — «поперечный» закон дисперсии для электронов.

Простая оценка показывает, что

$$\Pi^{R}_{(3)}(\omega) \sim \begin{cases} -mn/(\omega\tau_i)^2, & \omega \sim 1/\tau_i \gg W, \\ -mn/(\omega\tau_i)\,(W\tau_i), & \omega \sim 1/\tau_i \ll W. \end{cases} \quad (4)$$

Аналогичная оценка имеет место и для графика ж.

Из (4) следует, что при $W\tau_i \gg 1$ перекрестные вершинные графики приобретают малость $1/W\tau_i$ (переходящую в $1/\mathscr{E}_F\tau_i$ для трехмерных систем) и ими в этом предельном случае следует пренебречь по сравнению с графиками типа $\overline{G} \cdot \overline{G}$. Таким образом, при $W\tau_i \gg 1$ благодаря эффектам туннелирования локализация электронов на отдельных нитях разрушается и справедлив результат $\sigma(0) = ne^2\tau_i/m$.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физики

(Поступило 14.3.1975)

ფიზიკა

გ. გურგენიშვილი, ა. ნერსესიანი, გ. ხარაძე

ელექტრონების კინეტიკა მინარევებიან კვაზიერთგანზომილებიან მეტალებში

რეზიუმე

განხილულია განივი ტუნელირების გავლენა ელექტრონების ლოკალიზაციაზე მინარევების შემცველ კვაზიერთგანზომილებიან მეტალებში. ნაჩვენებია, რომ თუ $W\tau_i \gg 1$ (W არის ტუნელური „ნახტომების“ ალბათობა, ხოლო τ_i — მინარევებზე გაბნევასთან დაკავშირებული რელაქსაციის დრო), მოტის ლოკალიზაცია არაეფექტურია და სისტემის სტატიკური ტრანსპორტული მახასიათებლების ასაწერად შესაძლებელია კინეტიკური განტოლებების გამოყენება.

PHYSICS

G. E. GURGENISHVILI, A. A. NERSESIAN, G. A. KHARADZE

ELECTRON KINETICS IN DISORDERED QUASI-ONE-DIMENSIONAL METALS

Summary

The influence of tunneling between threads in quasi-one-dimensional systems with impurities on the Mott localization is considered. It is shown

that when $W\tau_i \gg 1$ (W is the tunneling probability, τ_i-relaxation time due to the scattering by impurities), the localization is destroyed and the static transport properties of the system may be described by means of a kinetic equation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. N. Mott. Advances in Physics, 16, 1967, 49.
2. В. Л. Березинский. ЖЭТФ, 65, 1973, 1251.
3. А. А. Абрикосов, Л. П. Горьков, И. Е. Дзялошинский. Методы квантовой теории поля в статистической физике. М., 1962.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 539.12

ФИЗИКА

Г. А. БЕГЕЛУРИ, А. Н. КВИНИХИДЗЕ

ЭЙКОНАЛЬНОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ В РЕЛЯТИВИСТСКОЙ СИСТЕМЕ ТРЕХ ТЕЛ

(Представлено академиком А. Н. Тавхелидзе 6.3.1975)

Квазипотенциальный подход в квантовой теории поля, впервые предложенный А. А. Логуновым и А. Н. Тавхелидзе [1], позволил успешно исследовать эйкональное приближение в релятивистской задаче двух тел [2, 3]. На базе аналогичного подхода [4] было получено замкнутое выражение для релятивистской амплитуды рассеяния одной частицы на двух не взаимодействующих между собой частицах [5].

В данной статье рассматривается релятивистская система трех тел, исходя из соответствующих уравнений квазипотенциального типа [4], однако использованный здесь метод их решения позволяет учесть взаимодействие во всех трех парах частиц.

Уравнение для оператора перехода, соответствующего упругому рассеянию трех частиц в системе центра масс, имеет вид [4]

$$M_{00}^{r}(P_0(\vec{p})(\vec{q})) = K^{r}(P_0(\vec{p})(\vec{q})) + \\ + \int \frac{K^{r}(P_0(\vec{p})(\vec{k}))(d\vec{k})\, M_{00}^{r}(P_0(\vec{k})(\vec{q}))}{2\,\omega_1(\vec{k}_1)\,\omega_2(\vec{k}_2)\,\omega_3(\vec{k}_3)\{\omega_1(\vec{k}_1)+\omega_2(\vec{k}_2)+\omega_3(\vec{k}_3)-P_0-i\varepsilon\}}, \tag{1}$$

где m_1, m_2, m_3—массы, $(\vec{p}) = (\vec{p}_1, \vec{p}_2, \vec{p}_3)$—совокупность импульсов рассматриваемых частиц

$$(d\vec{k}) = d\vec{k}_1\, d\vec{k}_2\, d\vec{k}_3\, \delta(\vec{k}_1+\vec{k}_2+\vec{k}_3),\quad \omega_i(\vec{k}_i) = \sqrt{\vec{k}_i^2+m_i^2} \quad (i = 1, 2, 3),$$

K^r—ядро уравнения в приближении парных взаимодействий,

$$K^{r}(P_0(\vec{p})(\vec{q})) = \sum_{l=1}^{3} \delta(\vec{p}_l-\vec{q}_l)\,\omega_l(\vec{p}_l)\, a_l(P_p)\, V_l\,[(P_0-\omega_l(\vec{p}_l))^2 - \\ - \vec{P}_l^2;\ \underline{\vec{p}_l}-\underline{\vec{q}_l}]\, a_l(P_q), \tag{2}$$

$\underline{\vec{p}_l}-\underline{\vec{q}_l}$—релятивистские относительные импульсы l-й двухчастичной подсистемы с полным 4-импульсом $P_l = [(P_0-\omega_l(\vec{p}_l)),\ (\vec{p}_i+\vec{p}_k)]$ [4], ikl—циклическая перестановка 123,

$$\underline{\vec{p}_l}-\underline{\vec{q}_l} \equiv \vec{L}_l(\vec{p}_l-\vec{q}_l) = \vec{p}_l-\vec{q}_l - \frac{\vec{P}_l\,(\vec{P}_l\,(\vec{p}_l-\vec{q}_l))}{P_l^0\,(P_l^0+\sqrt{P_l^2})}, \tag{3}$$

$V_l\,(S_l;\,\vec{p}_l-\vec{q}_l)$ — двухчастичный локальный квазипотенциал, заданный в системе центра масс двух частиц [6], a_l — функция, обращающаяся на массовой поверхности в единицу [5].

Условие массовой поверхности имеет вид

$$P_0=\omega_1(\vec{p}_1)+\omega_2(\vec{p}_2)+\omega_3(\vec{p}_3)=\omega_1(\vec{q}_1)+\omega_2(\vec{q}_2)+\omega_3(\vec{q}_3). \tag{4}$$

Итерируя уравнение (1) в n-м порядка, получаем

$$M_{00}^{r(n)}=\int V(\vec{p}_1-\vec{k}_1^1;\,\vec{p}_2-\vec{k}_2^1)\,d\vec{k}_1^1\,d\vec{k}_2^1\,g_0(\vec{k}_1^1,\vec{k}_2^1)\,V(\vec{k}_1^1-\vec{k}_1^2;\,\vec{k}_2^1-\vec{k}_2^2)\,g_0(\vec{k}_1^2,\vec{k}_2^2)\times$$
$$\times\,d\vec{k}_1^2\,d\vec{k}_2^2\cdots V(\vec{k}_1^{n-1}-\vec{q}_1;\,\vec{k}_2^{n-1}-\vec{q}_2)\,g_0(\vec{k}_1^{n-1},\vec{k}_2^{n-1})\,d\vec{k}_1^{n-1}\,d\vec{k}_2^{n-1}, \tag{5}$$

где

$$\{g_0(\vec{k}_1^l\vec{k}_2^l)\}^{-1}=2\,\omega_1(\vec{k}_1)\,\omega_2(\vec{k}_2)\,\omega_3(\vec{k}_3)\,\{\omega_1(\vec{k}_1)+\omega_2(\vec{k}_2)+\omega_3(\vec{k}_3)-P_0-i\varepsilon\}.$$

Использование эйконального приближения позволяет рассматривать ядро (2) как функцию, зависящую только от разности начальных и конечных импульсов, которую мы обозначим через $V_l(P_0;\vec{p}_1-\vec{q}_1;\vec{p}_2-\vec{q}_2)$. Вводя экстремальные значения импульсов $\vec{\lambda}_l$, $\vec{\zeta}_l$, при которых произведение n-квазипотенциалов имеет максимум

$$\vec{\lambda}_l=\vec{p}_1-\frac{l}{n}(\vec{p}_1-\vec{q}_1),\quad \vec{\zeta}_l=\vec{p}_2-\frac{l}{n}(\vec{p}_2-\vec{q}_2), \tag{6}$$

проведем замену переменных

$$\vec{\Delta}_1^l=\vec{k}_1^l-\vec{\lambda}_l,\quad \vec{\Delta}_2^l=\vec{k}_2^l-\vec{\zeta}_l. \tag{7}$$

Разложим знаменатели пропагаторов в окрестности точек максимума $\vec{\lambda}_l$, $\vec{\zeta}_l$, оставляя линейные по $\vec{\Delta}_1^l$, $\vec{\Delta}_2^l$ и $\vec{p}_1-\vec{q}_1$, $\vec{p}_2-\vec{q}_2$ члены и учитывая условие (4):

$$\{g_0(\vec{k}_1^l,\vec{k}_2^l)\}^{-1}=\vec{A}\vec{\Delta}_1^l+\vec{B}\vec{\Delta}_2^l-i\varepsilon,$$

$$\vec{A}=\omega_2(\vec{p}_2)\,(\vec{p}_1\,\omega_3(\vec{p}_3)-\vec{p}_3\,\omega_1(\vec{p}_1)),\quad \vec{B}=\omega_1(\vec{p}_1)\,(\vec{p}_2\omega_3(\vec{p}_3)-\vec{p}_3\omega_2(\vec{p}_2)).$$

Введем трехчастичный квазипотенциал в координатном представлении

$$V(\vec{\Delta}_1^l;\,\vec{\Delta}_2^l)=\int\limits_{-\infty}^{+\infty}U(\vec{\xi}^l,\vec{w}^l)\exp\{-i\vec{\Delta}_1^l\vec{\xi}^l-i\vec{\Delta}_2^l\vec{w}^l\}\,d\vec{\xi}^l\,d\vec{w}^l. \tag{8}$$

Далее, разбивая $\vec{\Delta}_1^l$, $\vec{\xi}^l$ на продольные и поперечные составляющие вдоль вектора $\vec{A}$, $\vec{\Delta}_2^l$, $\vec{w}_l$ — вдоль вектора $\vec{B}$ и учитывая спределение θ-функции, формулу (5) можно переписать в виде

$$M_{00}^{r(n)}=\left(\frac{(2\pi)^6}{2B}\,i\right)^{n-1}\int\exp\{i(\vec{p}_1-\vec{q}_1)^{\perp}\vec{\xi}^{\perp}+i(\vec{p}_2-\vec{q}_2)^{\perp}\vec{w}^{\perp}\}\times$$

$$\times \exp\{i(\vec{p}_1-\vec{q}_1)''y''\}\, d\vec{z}^{\perp} d\vec{w}^{\perp} dy''\, \Theta(w_2''-w_1'')\, U(\vec{z}^{\perp}, y''; \vec{w}^{\perp}, w_1'')\, \Theta(w_3''-w_2'') \times$$
$$\times U(\vec{z}^{\perp}, y''; \vec{w}^{\perp}, w_2'') \cdots \Theta(w_n''-w_{n-1}'')\, U(\vec{z}^{\perp}, y''; \vec{w}^{\perp}, w_n'')\, dw_1'' \cdots dw_n'', \tag{9}$$

где $(\vec{p}_1-\vec{q}_1)^{\perp}$, $\vec{z}^{\perp}$ — поперечные, $(\vec{p}_1-\vec{q}_1)''$, y'' — продольные составляющие относительно вектора $\vec{A}$, $(\vec{p}_2-\vec{q}_2)^{\perp}$, $\vec{w}^{\perp}$, w'' — относительно вектора $\vec{B}$. Учитывая симметрию относительно перестановок переменных $(w_1'', w_2'' \cdots \cdots w_n'')$, избавляемся от Θ-функции:

$$M_{00}^{r(n)} = \left(\frac{(2\pi)^6}{2B} i\right)^{n-1} \frac{1}{n!} \int \exp\{i(\vec{p}_1-\vec{q}_1)^{\perp}\vec{z}^{\perp} + i(\vec{p}_2-\vec{q}_2)^{\perp}\vec{w}^{\perp}\} \times$$
$$\times \exp\{i(\vec{p}_1-\vec{q}_1)''y''\} \left\{\int dw''\, U(\vec{z}^{\perp}, y''; \vec{w}^{\perp}, w^{\perp})\right\}^n d\vec{z}^{\perp} d\vec{w}^{\perp} dy''. \tag{10}$$

Физическая амплитуда рассеяния принимает вид

$$F + 16\pi^3 \sum_{n=1}^{\infty} M_{00}^{r(n)} = -\frac{4B}{(2\pi)^3}\, i \int \exp\{i(\vec{p}_1-\vec{q}_1)^{\perp}\vec{z}^{\perp} + i(\vec{p}_2-\vec{q}_2)^{\perp}\vec{w}^{\perp}\} \times$$
$$\times \exp\{i(\vec{p}_1-\vec{q}_1)''y''\}\, \{\exp\{\chi(\vec{z}^{\perp}, y''; \vec{w}'')\}-1\}\, d\vec{z}^{\perp} d\vec{w}^{\perp} dy''. \tag{11}$$

Здесь

$$\chi = \frac{4\pi^3}{B}\, i\,\omega_1 \frac{\omega_{23}}{\underline{\omega}_{23}} \int V_{23}\left(\vec{L}_1^{-1}(\vec{w}^{\perp}),\ \frac{\omega_1\omega_{23}}{B}\underline{p}_{23} w''\right) dw'' +$$
$$+ \frac{4\pi^3}{A}\, i\omega_2 \frac{\omega_{31}}{\underline{\omega}_{31}} \int V_{31}\left(\vec{L}_2^{-1}(\vec{z}^{\perp});\ \frac{\omega_2\omega_{31}}{A}\underline{p}_{31} z''\right) dz'' +$$
$$+ \frac{4\pi^3}{C}\, i\omega_3 \frac{\omega_{12}}{\underline{\omega}_{12}} \int V_{12}\left(\vec{L}_3^{-1}(\vec{z}-\vec{w}^{\perp}),\ \frac{\omega_3\omega_{12}}{C}\underline{p}_{12}\eta\right) d\eta, \tag{12}$$

$\vec{L}_l^{-1}$ — преобразование, обратное (3),

$$\vec{X} \equiv \vec{L}_l^{-1}(\underline{\vec{X}}) = \underline{\vec{X}} + \frac{\vec{P}_l\,(\vec{P}_l\,\underline{\vec{X}})}{\sqrt{\vec{P}_l^2}\,(P_l^0 + \sqrt{\vec{P}_l^2})}, \tag{13}$$

$(\vec{z}-\vec{w})^{\perp}$ — поперечные составляющие относительно вектора $\vec{C} = \omega_3(\vec{p}_3) \times (\vec{p}_1\omega_2(\vec{p}_2) - \vec{p}_2\omega_1(\vec{p}_1))$, где $\underline{\omega}_{ij} = \sqrt{m_i^2 + \underline{\vec{p}}_{ij}^2} + \sqrt{m_j^2 + \underline{\vec{p}}_{ij}^2}$ — собственная энергия двухчастичной подсистемы (ij) $(\omega_{ij} = \omega_i + \omega_j)$.

Согласно работе [5], каждое из слагаемых в (12) является эйкональной фазой рассеяния двух частиц. Следовательно, амплитуду упругого рассеяния трех частиц в приближении парного взаимодействия можно выразить через двухчастичные физические амплитуды рассеяния f_{ij}. Члены, соответствующие однократному и двукратному рассеянию, получены в работе [5]. Выпишем член, соответствующий трехкратному рассеянию:

$$F = -\frac{\omega_1\omega_2\omega_3}{16} \int \delta(\vec{C}\vec{k}_3)\,\delta[(\vec{p}_1-\vec{q}_1-\vec{k}_3)\vec{A}]\, f_{23}\{\vec{L}_1(\vec{p}_2-\vec{q}_2+\vec{k}_3)^{\perp}\} \times$$
$$\times f_{31}\{\vec{L}_2(\vec{p}_1-\vec{q}_1-\vec{k}_3)^{\perp}\}\, f_{12}\{\vec{L}_3(\vec{k}_3)^{\perp}\}\, d\vec{k}_3.$$

Аргументами физических амплитуд f_{12}, f_{23}, f_{31} являются двумерные вектора, перпендикулярные соответственно к направлениям $\vec{C}$, $\vec{B}$, $\vec{A}$.

Академия наук Грузинской ССР
Тбилисский математический институт
им. А. М. Размадзе

(Поступило 7.3.1975)

ფიზიკა

გ. ბეგელური, ა. კვინიხიძე

ეიკონალური მიახლოება რელატივისტური სამი ნაწილაკის სისტემისათვის

რეზიუმე

მიღებულია სამი რელატივისტური ნაწილაკის დრეკადი გაბნევის ამპლიტუდა ეიკონალურ მიახლოებაში.

PHYSICS

G. A. BEGELURI, A. N. KVINIKHIDZE

EIKONAL APPROXIMATION IN THE THREE-PARTICLE RELATIVISTIC SYSTEM

Summary

A closed expression for the relativistic three-particle elastic scattering amplitude in the eikonal approximation is obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. A. Logunov, A. N. Tavkhelidze. Nuovo Cim., 29, 1963, 380.
2. V. R. Garsevanishvili, V. A. Matveev, L. A. Slepchenko, A. N. Tavkhelidze. Phys. Rev., D 4, 1971, 849.
3. В. Р. Гарсеванишвили, В. Г. Кадышевский, Р. М. Мир-Касимов, Н. Б. Скачков. ТМФ, 7, № 2, 1971, 203.
4. А. Н. Квинихидзе, Д. Ц. Стоянов. Препринт ОИЯИ, Р2—6867. Дубна, 1972, 215.
5. А. Н. Квинихидзе. Препринт ОИЯИ Р2—6931. Дубна, 1973.
6. А. Н. Квинихидзе, Д. Ц. Стоянов. ТМФ, 16, № 1, 1973, 42.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 550.84

ГЕОФИЗИКА

Т. А. ГВАНЦЕЛАДЗЕ

ОБ ОДНОМ АЛГОРИТМЕ РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ГРАВИМЕТРИИ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 28.3.1975)

При геологической интерпретации гравиметрических наблюдений на больших площадях приходится разбивать исследуемую область на отдельные элементарные канонические подобласти, а часть — на элементарные параллелепипеды и находить в них плотности аномальных масс. Число таких подобластей может доходить до нескольких тысяч, что сильно усложняет соответствующий вычислительный процесс. В настоящей статье будет указан один алгоритм решения обратной задачи гравиметрии. Последнюю будем рассматривать в линейной постановке: известна геометрия аномального тела и надо найти распределение плотности внутри тела. Здесь мы ограничиваемся случаем, когда существует один слой аномальной плотности.

Вычислительный процесс предлагаемого алгоритма разбивается на отдельные этапы. На каждом этапе находятся значения плотностей в девяти соседних элементарных параллелепипедах (рис. 1). На-

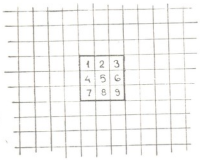


Рис. 1

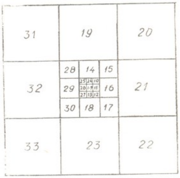


Рис. 2

хождение плотностей осуществляется сверху вниз и слева направо. Таким образом, когда находятся плотности для какой-нибудь девятки параллелепипедов, предполагается, что для всех параллелепипедов выше и левее этой девятки плотности уже найдены. Окружим девятку параллелепипедов, для которых на данном этапе ищется значение плотностей, еще 24 параллелепипедами (рис. 2), горизонтальные размеры которых по мере удаления от центральной девятки меняются по закону возрастающей геометрической прогрессии со знаменателем

$q=3$. Так, например, параллелепипеды 11, 16 и 21 содержат соответственно 9, 81 и 729 элементарных параллелепипедов.

Обозначим через Ψ_0 заданную на плоскости относимости аномалию силы тяжести, а через Ψ_k (К=1,2..., 33) — поле силы тяжести К-того параллелепипеда при единичной плотности. Обратную задачу гравиметрии можно сформулировать следующим образом: ищутся такие значения коэффициентов ρ_k, чтобы норма разности

$$\Psi_0 - \sum_{k=1}^{33} \rho_k \Psi_k$$

достигала минимального значения. Но, как уже было сказано выше, значения ρ_k (К=24, 25,..., 33) можно получить из ранее полученных значений плотностей для параллелепипедов, лежащих выше и левее центральной девятки параллелепипедов. Поэтому на данном этапе надо минимизировать норму разности

$$\Psi - \sum_{k=1}^{23} \rho_k \Psi_k, \tag{1}$$

где

$$\Psi = \Psi_0 - \sum_{k=24}^{33} \rho_k \Psi_k.$$

В том случае, когда размеры элементарных параллелепипедов не обеспечивают устойчивость решения обратной задачи гравиметрии, следует минимизировать выражение

$$\left\| \Psi - \sum_{k=1}^{23} \rho_k \Psi_k \right\| - \sum_{k=1}^{23} (\bar{\rho}_k - \rho_k)^2 \alpha_k, \tag{2}$$

где вектор $\alpha(\alpha_1, \ldots, \alpha_{23})$ — так называемый параметр регуляризации [1], а $\bar{\rho}_k$ — заданные предполагаемые значения плотностей.

Для получения плотностей ρ_k рассмотрим систему однородных и аддитивных функционалов $\{F_j\}_{j=1}^{23}$ и потребуем, чтобы она равнялась нулю на разности (1). Это дает для ρ_k систему

$$\sum_{k=1}^{23} \rho_k R_{k,i} = B_i \quad (i = 1, 2, \ldots, 23), \tag{3}$$

где

$$R_{k,i} = F_i(\Psi_k), \qquad B_i = F_i(\Psi).$$

В программе предусмотрены следующие возможности определения коэффициентов ρ_k. Функционалы F_i определяются в гильбертовом пространстве $F_i(\Psi_k) = (\Psi_i, \Psi_k)$. Тогда

$$\sum_{k=1}^{23} \rho_k (\Psi_i, \Psi_k) = (\Psi_i, \Psi) \quad (i = 1, 2, \ldots, 23), \tag{4}$$

где простые скобки обозначают скалярное произведение.

Функционалы F_j определяются в банаховом пространстве C всех непрерывных функций $F_i(\Psi_k) = \Psi_k(P_i)$. Тогда

$$\sum_{k=1}^{23} \rho_k \Psi_k(P_i) = \Psi(P_i) \quad (i = 1, 2, \ldots, 23), \tag{5}$$

где P_i—узлы коллокации, совпадающие с точками, находящимися на поверхности S непосредственно над центрами рассматриваемых параллелепипедов.

Функционалы F_i определяются в гильбертовом пространстве $F_i(\Psi_k) = \left(\Psi_k, \frac{1}{R[P, \overline{P}_i]}\right)$, где $R[P, \overline{P}_i]$—расстояние между переменной точкой $P \in S$ и точкой $\overline{P}_i$, находящейся ниже определенных ранее точек коллокации на расстоянии T (T задается в исходной информации). Тогда

$$\sum_{k=1}^{23} \rho_k \left(\Psi_k, \frac{1}{R[P, \overline{P}_i]}\right) = \left(\Psi, \frac{1}{R[P, \overline{P}_i]}\right) \quad (i = 1, 2, \ldots, 23). \tag{6}$$

И наконец, минимизация (2) дает систему

$$\sum_{k=1}^{23} \rho_k (\Psi_i, \Psi_k) + \alpha_i \rho_i = (\Psi_i \Psi) + \alpha_i \overline{\rho}_i \quad (i = 1, 2, \ldots, 23). \tag{7}$$

В последнем случае α_i заданы в исходной информации для каждого элементарного параллелепипеда и его значения для укрупненных параллелепипедов получаются путем осреднения. В программе предусмотрен также случай, когда все α_i равны друг другу.

Заметим, что удачный выбор точек $\overline{P}_i$ в (6) может несколько улучшить обусловленность соответствующей матрицы.

Так как выражение для Ψ_k довольно громоздко [2], что затягивает процесс вычисления, то вместо точного выражения силы тяжести параллелепипеда с горизонтальными размерами ΔX и ΔY в программе использовано выражение силы тяжести $\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$-й части кругового кольца с центром в точке M (в которой вычисляется сила тяжести), внутренним радиусом $R_0 = R - \sqrt{\frac{\Delta X \Delta Y}{\pi}}$ и внешним радиусом $R_1 = R + \sqrt{\frac{\Delta X \Delta Y}{\pi}}$. Здесь R—длина проекции на плоскость S отрезка MO_k, O_k—точка пересечения диагоналей основания K-того параллелепипеда, $V_2 = \Delta X \Delta Y \cdot H_k$—объем параллелепипеда, а $V_1 = 8R\sqrt{\pi \Delta X \Delta Y} \cdot H_k$—объем равновысотного цилиндрического кольца. Таким образом, при $R \neq 0$

$$\Psi_k(M)=\frac{F\sqrt{\pi\Delta X\,\Delta Y}}{2R\,[M,\;O_k]}\left(\sqrt{Z^2+R_1^2}-\sqrt{Z_1^2+R_1^2}+\sqrt{Z_1^2+R_0^2}-\sqrt{Z^2+R_0^2}\right), \tag{8}$$

а при $R=0$

$$\Psi_k(M)=2F\pi\left(\sqrt{Z_1^2+R_0^2}-\sqrt{Z_1^2+R_1^2}-Z+Z_1\right).$$

Составленная программа апробировалась на следующей модели. Площадь 100×100 км^2 покрывалась равномерной сеткой с шагом $\Delta X=\Delta Y=2$ км. Всего число элементарных параллелепипедов равнялось $50\times50=2500$. Аномальное поле создавалось двумя элементарными параллелепипедами Ω_1 и Ω_2 с единичной плотностью. Высота Ω_1 равнялась 2 км, а высота Ω_2—3 км. Значения Z в формуле (8) для всех параллелепипедов равнялись нулю. Программа получила для Ω_1 плотность 0,99955, для Ω_2—плотность 0,99958; плотность других элементарных параллелепипедов не превосходила по модулю 0, 02516.

Академия наук Грузинской ССР
Вычислительный центр

(Поступило 10.4.1975)

გეოფიზიკა

თ. გვანცელაძე

გრავიმეტრიის შებრუნებული ამოცანის ამოხსნის ერთი ალგორითმის შესახებ

რეზიუმე

შრომაში გადმოცემულია ერთი ალგორითმი გრავიმეტრიის წრფივი შებრუნებული ამოცანის ამოხსნისათვის.

რიცხვითმა ექსპერიმენტებმა დაადასტურეს ალგორითმის ეფექტურობა.

GEOPHYSICS

T. A. GVANTSELADZE

ON AN ALGORITHM OF SOLVING AN INVERSE GRAVIMETRY PROBLEM

Summary

An algorithm for solving a linear inverse gravimetry problem is given. Numerical experiments have confirmed the effectiveness of the algorithm.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Тихонов. Ж. вычисл. матем. и матем. физики, т. 5, № 4, 1965, 718—722.
2. Б. А. Андреев и др. Курс гравитационной разведки. М., 1941.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 550.31

ГЕОФИЗИКА

В. Ш. МЕСХИЯ

УПРУГО-ВЯЗКИЕ НАПРЯЖЕНИЯ В МОДЕЛИ ЗЕМЛИ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 27.3.1975)

В статье рассматривается упруго-вязкая модель Земли, состоящая из n концентрических сферических оболочек, для каждой из которых при упруго-вязком законе девиаторные компоненты напряжений и деформаций подчинены максвелловскому реологическому уравнению

$$2\,\mu_0 \frac{\partial e}{\partial t} = \frac{\partial P}{\partial t} + \frac{1}{\tau} P, \; \tau = \frac{\eta}{\mu_0}, \tag{1}$$

где μ_0 — модуль сдвига, η — коэффициент вязкости, а e и P — любые девиаторные компоненты тензоров деформаций и напряжений. Как показано в [1], применение преобразования Карлсона к (1) приводит к гуковскому реологическому уравнению для изображений

$$\text{где} \quad \mu = \frac{\mu_0 p}{p + \dfrac{1}{\tau}}, \quad \widetilde{P} = 2\,\mu\,\widetilde{e}. \tag{2}$$

Таким образом, для изображений преобразования Карлсона все соотношения, приведенные в [2, 3], имеют место, а уравнение равновесия в случае упруго-вязкой модели Земли для k-го слоя получим из соответствующего уравнения для упругого тела, применив к нему обратное преобразование Карлсона, предварительно подставив значение μ согласно (2):

$$\begin{aligned}(\lambda_k + 2\,\mu_{0k}) \frac{\partial}{\partial r}\left[\frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}(r^2 U)\right] + \\ + \left[\frac{1}{\tau_k v_k} + \left(1 - \frac{1}{\tau_k v_k}\right)\exp\{-v_k t\}\right] \rho_k(r)\, g_k(r) - \\ - \sum_{i=1}^{3}\left[\left(\frac{3\,\lambda_k + 2\,\alpha_{0k}}{3} T_k^{(i)}(t) + \frac{4}{3}\,\mu_{0k} v_k J_{v_k}[T_k^{(i)}(t)]\right)\frac{\partial}{\partial r}(\alpha(r)\, r^{i-1})\right] = 0,\end{aligned} \tag{3}$$

где $v_k = \dfrac{3\lambda_k + 2\mu_{0k}}{3\tau_k(\lambda_k + 2\,\mu_{0k})}$, а оператор $J_v[T(t)]$ имеет вид

$$J_v[T(t)] = \int_0^t T(t-x)\, e^{-vx}\, dx. \tag{4}$$

В отличие от [3], данное уравнение не учитывает центробежного эффекта как незначительного, по сравнению с гравитационным и термоупругим, а температура представлена в виде

$$T_k(r, t) = T_k^{(1)}(t) + T_k^{(2)}(t)\, r + T_k^{(3)}(t)\, r^2. \tag{5}$$

Решение уравнения (3) получается аналогичным образом:

$$U_k(r, t) = A_k(t)\, r + \frac{B_k(t)}{r^2} + E_k(r, t), \tag{6}$$

где

$$E_k(r, t) = \frac{1}{3(\lambda_k + 2\mu_{0k})} \left[\left(\frac{1}{\tau_k v_k} + \left(1 - \frac{1}{\tau_k v_k}\right) \exp\{-v_k t\} \right) G_k(r) + \right.$$

$$\left. + \frac{3\lambda_k + 2\mu_{0k}}{c} F_k(r, t) + \frac{4}{3} \mu_{0k} v_k J_{vk} [F_k(r, t)] \right], \tag{7}$$

$$G_k(r) = f\pi \left(\frac{1}{2} \rho_k^{(2)} q_k r \ln r - \frac{1}{2} q_k \rho_k(r) + \frac{2}{5} \rho_k^{(1)2} r^3 + \frac{7}{18} \rho_k^{(1)} \rho_k^{(2)} r^4 + \right.$$

$$\left. + \frac{3}{28} \rho_k^{(2)2} r^5 \right),$$

$$F_k(r, t) = T_k(b, t) \left[\left(\frac{b}{r} \right)^2 \ln(b - r) + \frac{b}{r} + \frac{1}{2} \right] +$$

$$+ \frac{1}{3} [T_k^{(2)}(t) + T_k^{(3)}(t)\, b]\, r + \frac{1}{4} T_k^{(3)}(t)\, r^2.$$

Для получения системы алгебраических уравнений относительно коэффициентов $A_k(t)$ и $B_k(t)$ пользуемся теми же контактными и граничными условиями, что и в [2], предварительно дискретизировав временной интервал $(0, t)$ и заменив интегралы от неизвестных функций квадратурными формулами. В частности, используя простейшую квадратную формулу—формулу прямоугольников, приходим к системе линейных алгебраических уравнений для момента времени t_m, выписанных в работе [3], где под $E_k(r)$, $T_k(r)$ следует подразумевать $E_k(r, t)$, $T_k(r, t)$, а $D_k(r)$ надо заменить выражением, получаемым после применения обратного преобразования Карлсона, с учетом (2).

Вычислительный процесс состоит в последовательном вычислении значений $A_k(t)$ и $B_k(t)$ в моменты времени $t_0, t_1, \ldots, t_m$ и в нахождении по полученным значениям $A_k(t_m)$ и $B_k(t_m)$ решения уравнения (3) с использованием соотношения (6).

В работе [4] реологическое максвелловское уравнение берется в виде

$$2\mu_0 \frac{\partial}{\partial t} \left(e_i - \frac{e}{3} \right) = \frac{\partial}{\partial t} (P_i - \overline{P}) + \frac{1}{\tau} (P_i - \overline{P}), \tag{8}$$

где e_i — компонента деформации, e — средняя деформация, P_i — компонента напряжения, $\overline{P}$ — средние напряжения и допускается, что средние напряжения подчинены упругим законам

$$3\overline{P} = \beta\,[e - \alpha T(r, t)], \tag{9}$$
$$(\beta = 3\lambda_k + 2\mu_{0k}).$$

Подходом, несколько отличным от того, который описан в [4], в этом случае удается обобщить решение на n-зонную модель Земли. Действительно, в сферической симметрии

$$P_\varphi = P_\vartheta, \quad e_\varphi = e_\vartheta = \frac{U}{r}, \quad e_r = \frac{\partial U}{\partial \tau}.$$

После подстановки этих значений для k-го слоя из (8) получим

$$P_r - P_\vartheta = 2\mu_{0k}\, r\, \frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{U}{r}\right) - \frac{2\mu_{0k}}{\tau_k}\, r\, \frac{\partial}{\partial r}\, J_{\frac{1}{\tau_k}}\left[\frac{U(r, t)}{r}\right]. \tag{10}$$

И, решая совместно (8) и (9) относительно P_r, имеем

$$P_r = (\lambda_k + 2\mu_{0k})\, r\, \frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{U}{r}\right) + \frac{3\lambda_k + 2\mu_{0k}}{3}\left(\frac{U}{r} - \alpha T_k(r, t)\right) -$$
$$- \frac{4\mu_{0k}}{3\tau_k}\, r\, \frac{\partial}{\partial r}\, J_{\frac{1}{\tau_k}}\left[\frac{U(r, t)}{r}\right]. \tag{11}$$

Подставляя эти значения в уравнение равновесия

$$\frac{\partial P_r}{\partial r} + \frac{2}{r}(P_r - P_\vartheta) + \rho(r)\, g(r) = 0, \tag{12}$$

получаем уравнение равновесия в смещениях

$$(\lambda_k + 2\mu_{0k})\, r\, \frac{\partial^2}{\partial r^2}\left(\frac{U}{r}\right) + 4(\lambda_k + 2\mu_{0k})\frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{U}{r}\right) -$$
$$- \frac{3\lambda_k + 2\mu_{0k}}{3}\, \frac{\partial}{\partial r}(\alpha T_k(r, t)) - \frac{4\mu_{0k}}{3\tau_k}\, r\, \frac{\partial^2}{\partial r^2}\, J_{\frac{1}{\tau_k}}\left[\frac{U(r, t)}{r}\right] -$$
$$- \frac{16\mu_{0k}}{3\tau_k}\, \frac{\partial}{\partial r}\, J_{\frac{1}{\tau_k}}\left[\frac{U(r, t)}{r}\right] + \rho_k(r)\, g_k(r) = 0. \tag{13}$$

При введении в рассмотрение функции

$$V(r, t) = U(r, t) - \frac{4\mu_{0k}}{3\tau_k(\lambda_k + 2\mu_{0k})}\, J_{\frac{1}{\tau_k}}[U(r, t)] \tag{14}$$

уравнение (14) преобразовывается к уравнению статики упругого тела

$$(\lambda_k + 2\mu_{0k})\, \frac{\partial}{\partial r}\left[\frac{1}{r^2}\, \frac{\partial}{\partial r}(r^2 V)\right] + \rho_k(r)\, g_k(r) -$$
$$- \frac{3\lambda_k + 2\mu_{0k}}{3}\, \frac{\partial}{\partial r}(\alpha T_k(r, t)) = 0, \tag{15}$$

решение которого, согласно [3], имеет вид

$$V(r,\ t) = A_k^{(1)}(t,\ r) + \frac{B_k^{(1)}(t)}{r^2} + E_k^{(1)}(r,\ t). \tag{16}$$

Искомое же решение (6), (7) получается из (16) при использовании соотношения (14).

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

(Поступило 23.3.1975)

გეოფიზიკა

ვ. მესხია

დედამიწის მოდელის დრეკად-ბლანტი დაძაბულობები

რეზიუმე

შრომაში განხილულია დრეკად-ბლანტ დაძაბულობათა განაწილება n-შრიანი დედამიწის მოდელისათვის. დაძაბულობათა გამოთვლა დაიყვანება საკონტაქტო სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნაზე. ამოხსნაში შემავალი კოეფიციენტებისათვის მიღებულია წრფივი ალგებრული სისტემა.

GEOPHYSICS

V. Sh. MESKHIA

VISCOELASTIC STRESSES IN THE EARTH'S MODEL

Summary

Calculation of the viscoelastic stresses in the n-zone Earth's model is reduced to a contact boundary problem.

A system of linear algebraic equations for the coefficients involved in the solution has been obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Н. Жарков, В. А. Паньков, А. А. Калачников, А. И. Осноч. Введение в физику Луны. М, 1969.
2. М. А. Алексидзе, В. Ш. Месхия. Сообщения АН ГССР, 74, № 3, 1974.
3. В. Ш. Месхия. Сообщения АН ГССР, 79, № 1, 1975.
4. В. В. Попов. Изв. АН СССР, сер. геофиз., 10, 1963.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 547.345

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

И. М. ГВЕРДЦИТЕЛИ (член-корреспондент АН ГССР),
Л. П. АСАТИАНИ, Д. С. ЗУРАБИШВИЛИ

СИНТЕЗ И КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ГИДРИРОВАНИЕ ФЕРРОЦЕН- И ГЕРМАНИЙСОДЕРЖАЩИХ ПРОИЗВОДНЫХ АЦЕТИЛЕНОВОГО РЯДА

Нами разработан удобный метод синтеза ферроцен- и кремнийсодержащих производных ацетиленового ряда [1, 2]. В настоящей работе показано, что разработанным нами методом могут быть получены и германийсодержащие производные с хорошими выходами (75—90%):

$$\mathrm{Fc-C{\equiv}CLi} \xrightarrow{+\mathrm{RR'R''GeCl}} \mathrm{Fc-C{\equiv}C-GeRR'R''}$$

$$\mathrm{Fc-C{\equiv}CLi} \xrightarrow{+\mathrm{RR'GeCl_2}} \mathrm{(Fc-C{\equiv}C)_2GeRR'}$$

$R=R'=R''=CH_3$ (I); $R=R'=R''=C_2H_5$ (II); $R=R'=R''=C_6H_5$ (III);

$R=R'=CH_3$ (IV); $R=R'=C_6H_5$ (V); $Fc=C_5H_5FeC_5H_4$.

Строение и состав полученных продуктов доказаны элементным анализом, каталитическим гидрированием и ИК-спектрами.

В ИК-спектрах полученных продуктов имеются полосы поглощения в области 2158—2165 $см^{-1}$ ($C\equiv C$), 538—540, 575—590, 610—620, 845, 1100—1110, 1240—1245 $см^{-1}$ (*Ge—C*) [3], 3100 $см^{-1}$ (*C—H* ферроцена).

Для изучения реакционной способности тройной связи было проведено каталитическое гидрирование полученных соединений (I—V). Оказалось, что германийсодержащие продукты, в отличие от кремнийсодержащих [2], в присутствии катализатора $Pd/CaCO_3$ не гидрируются. Они присоединяют водород в присутствии более активного катализатора — никеля Ренея. Продукты I, II, IV гидрируются легче, чем продукт III, а продукт V и в присутствии никеля Ренея не гидрируется. Интересно отметить, что при гидрировании продуктов I, II, IV, наряду с продуктами полного гидрирования, получается и продукт расщепления — этилферроцен [4, 5]. Это свидетельствует о том, что в соединениях, содержащих у атома германия алифатические радикалы, на поверхности катализатора никлея Ренея происходит частичное расщепление $\equiv C-Ge$ связи:

$$\mathrm{Fc-CH_2-CH_2-GeRR'R''} \qquad \mathrm{(Fc-CH_2-CH_2)_2GeRR'}$$

$R=R'=R''=C_2H_5$ (VI); $R=R'=R''=C_6H_5$ (VII); $R=R'=CH_3$ (VIII).

В ИК-спектрах продуктов VI—VIII не имеются полосы валентных колебаний групп C=C и C≡C. Это доказывает, что продукты II—IV прогидрированы до соответствующих предельных соединений.

Триметилферроценилэтинилгерман (I). К раствору н-бутиллития (из 0,56 г лития и 3,8 г н-бутилхлорида) в 50 мл абсолютного эфира при перемешивании в атмосфере гелия добавляли раствор 4,2 г ферроценилацетилена в 20 мл абсолютного тетрагидрофурана. Реакционную смесь перемешивали при комнатной температуре в течение 20 минут. После этого по каплям добавляли раствор 6 г триметилхлоргермана в 10 мл абсолютного тетрагидрофурана при 0°. Реакционную смесь нагревали 2 часа при 35—40°, разлагали насыщенным раствором хлористого аммония при 0°, экстрагировали эфиром. Эфирную вытяжку промывали водой и сушили над Na_2SO_4. После отгонки растворителя (при пониженном давлении) осталась темно-красная вязкая жидкость. Полученный продукт очищали адсорбционной хроматографией на колонке (адсорбент Al_2O_3 II степени активности, элюент—эфир). Получено 5,5 г (84%) оранжевых кристаллов с т. пл. 49—50°. Найдено, %: C 54,28; 54,87; H 6,04; 5,93. $C_{15}H_{18}GeFe$. Вычислено, %: C 55,13; H 5,55.

Все остальные продукты были получены аналогично.

Триэтилферроценилэтинилгерман (II). Выход 86,8%, т. кип. 162—164° (2 мм) d_4^{20} 1,2737; n_D^{20} 1,5870. Найдено, %: C 58,46; 58,45; H 6,76; 6,79. $C_{18}H_{24}GeFe$. Вычислено, %: C 58,61; H 6,55.

Трифенилферроценилэтинилгерман (III). После разложения реакционную смесь отфильтровывали и фильтрат экстрагировали смесью эфир-бензол (1:1). Полученные темно-оранжевые кристаллы хроматографированы из бензола на окиси алюминия. Выход соединения III 84%, т. пл. 179—181° (из гексана). Найдено, %: C 69,86; 68,86; H 4,72; 4,49. $C_{30}H_{24}GeFe$. Вычислено %: C 70,24; H 4,71.

Диметилдиферроценилэтинилгерман (IV). Выход 83%, т. пл. 148—149° (из гексана). Найдено, %: C 60,68; 59,71; H 5,16; 5,32. $C_{26}H_{24}GeFe_2$. Вычислено, %: C 59,96; H 4,64.

Дифенилдиферроценилэтинилгерман (V). К раствору бутиллития (из 0,8 г лития и 5,5 г бутилхлорида) в 50 мл абсолютного бензола при перемешивании в атмосфере гелия добавляли раствор 6 г ферроценилацетилена в 20 мл абсолютного бензола. Реакционную смесь нагревали в течение 8 часов при 60—65°. После этого реакционную смесь разлагали насыщенным раствором хлористого аммония при 0°, отфильтровывали и фильтрат экстрагировали смесью эфир-бензол (1:1). Полученные оранжевые кристаллы хроматографированы из бензола на окиси алюминия. Выход V 6,8 г (79%), т. пл. 168—170° (из гексана). Найдено, %; C 66, 20; 66,63; H 5,27; 5,20. $C_{36}H_{28}GeFe_2$. Вычислено, %: C 67,04; H 4,37.

Каталитическое гидрирование триэтилферроценилэтинилгермана (VI). В колбу для гидрирования поместили 3,4 г вещества растворенного в 50 мл абсолютного этилацетата, и никель Ренея. Было поглощено 580 мл водорода. Смесь отфильтровали, сперва удалили этилацетат (при пониженном давлении), а остаток отогнали в вакууме. Получено 0,8 г (41%) этилферроцена [4, 5] и 1,6 г (47%) триэтилферроценилэтиленгермана (VI). Т. кип. 169—170° (2 мм); d_4^{20} 1,2306; n_D^{20} 1,5646. Найдено, %: C 58,56; 58,46; H 7,43; 7,56. $C_{18}H_{28}GeFe$. Вычислено, %: C 57,93; H 7,51.

Все остальные продукты прогидрированы аналогично.

Трифенилферроценилэтиленгерман (VII). Выход 81%, т. пл. 159—161° (из гексана). Найдено, %: C 69,93; 69,75; H 5,75; H 5,52; 5,39. $C_{30}H_{28}GeFe$. Вычислено, %: C 69,63; H 5,41.

Диметилдиферроценилэтиленгерман (VIII). Методом тонкослойной хроматографии (Al_2O_3 II степени активности, гексан) из гидрированной смеси выделили два продукта: этилферроцен и диметилдиферроценилэтиленгерман (VIII). Выход VIII 49%, т.пл. 99—100° (из гексана). Найдено, %: C 58,57; 58,92; H 6,05; 6,39. $C_{26}H_{32}GeFe_2$. Вычислено, %: C 59,02; H 6,05.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 4.4.1975)

ორგანული ქიმია

ი. გვერდწითელი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ლ. ასათიანი, დ. ზურაბიშვილი

ფეროცენ- და გერმანიუმშემცველი აცეტილენური რიგის წარმოებულების სინთეზი და კატალიზური ჰიდრირება

რეზიუმე

სინთეზირებულია ფეროცენ- და გერმანიუმშემცველი აცეტილენური რიგის წარმოებულები. ჩატარებულია მათი კატალიზური ჰიდრირება კატალიზატორ რენეს ნიკელის თანდასწრებით. მიღებული ნაერთების აგებულება დადგენილია ფიზიკური და ქიმიური მეთოდებით.

ORGANIC CHEMISTRY

I. M. GVERDTSITELI, L. P. ASATIANI, D. S. ZURABISHVILI

SYNTHESIS AND CATALYTIC HYDROGENATION OF FERROCENE- AND Ge-CONTAINING DERIVATIVES OF THE ACETYLENIC SERIES

Summary

Ferrocene- and Ge-containing derivatives of the acetylenic series have been synthesized. Their catalytic hydrogenation was carried out in the presence of a Raney nickel catalyst. The structures of all the obtained compounds were established by physical and chemical methods of investigation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. М. Гвердцители, Л. П. Асатиани, Д. С. Зурабишвили. ЖОХ, 43, № 4, 1973.
2. И. М. Гвердцители, Л. П. Асатиани, Д. С. Зурабишвили.. ЖОХ, 45, № 3, 1975.
3. Г. Н. Горшкова, М. А. Чубарова, А. М. Сладков, Л. К. Лунева, В. И. Касаточкин. ЖФХ, 40, 1966, 1433.
4. А. Н. Несмеянов. Избранные труды, т. II. М., 1959, 254.
5. K. Schlögl, A. Mohar, M. Peterlik. Monatsch. Chem., 92, 1961, 921.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 535.376

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Т. Б. ГАВРИЛЕНКО, В. Н. КАЧИБАЯ, Б. И. СЕПАШВИЛИ,
И. Л. СИАМАШВИЛИ, Д. Н. ЧХАИДЗЕ

ВЛИЯНИЕ ВОССТАНОВИТЕЛЯ НА СООТНОШЕНИЕ Ce^{3+}/Ce^{4+} И КАТОДОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЮ ЦЕРИЙСОДЕРЖАЩИХ СТЕКОЛ

(Представлено академиком Г. В. Цицишвили 21.4.1975)

Известно, что среди стекол, активированных редкоземельным элементом церием, люминесцентоспособными являются только стекла, содержащие трехвалентный церий. Естественно поэтому, что содержание Ce^{3+} в готовом стекле во многом определяет яркость его свечения. Максимально возможное содержание Ce^{3+} может быть обеспечено созданием жесткой восстановительной среды в процессе синтеза стекол. Целью данной работы было изучение влияния типа выбранного восстановителя на содержание ионов Ce^{3+} в образце и его катодолюминесцентные параметры.

Для исследования было выбрано силикатное стекло состава $10MgO \cdot 10Al_2O_3 \cdot 15Li_2O \cdot 65SiO_2$ (мол.%), в которое для снижения вязкости добавлялся 1%вес. NaCl сверх 100. Активатор вводился в шихту в виде CeO_2 в количестве 3,33%вес. сверх 100. Количественное соотношение Ce^{3+}/Ce^{4+} определялось методом, описанным в [1]. Катодолюминесценция образцов исследовалась на установке ПРСЭЛ при ускоряющем напряжении 20 кв и плотности тока луча $j = 1$ мка/см^2. Величина яркости свечения фиксировалась с помощью прибора ВФМ-57. Полученные результаты приведены в таблице.

Известно, что олово является весьма эффективным восстановителем. Однако, установлено, что ионы олова внедряются в матрицу стекла и могут быть обнаружены методами химического анализа [2]. Как это четко можно проследить по таблице, с увеличением содержания олова при одной и той же концентрации активатора и прочих равных условиях, доля ионов четырехвалентного церия закономерно снижается с соответствующим увеличением количества Ce^{3+} (№ 1—3). Однако в такой же последовательности снижается и яркость катодолюминесценции образцов и снижение продолжается и после полного перевода введенного активатора в трехвалентное состояние (в условиях дальнейшего увеличения количества вводимого восстановителя— № 4—8). Отсюда можно сделать заключение, что ионы олова, внедряясь в матрицу, являются тушителями люминесценции церия. Наиболее вероятная причина этого, по-видимому, заключается в конкурентном с Ce^{3+} захвате дырок ионами Sn^{2+} и безызлучательных переходах в последних. Таким образом, применение олова для создания восстановительной среды при варке цериевых стекол, несмотря на его очевидную эффективность, крайне нежелательно. Интересно, что уже половина стехиометрического количества олова обеспечивает полное восстановление активатора (№ 4). Это можно понять, приняв во внимание тот факт, что даже при введении в шихту активатора в виде соединений четырехвалентного церия и варки в нейтральных условиях значительная часть церия в готовом стекле присутствует в виде Ce^{3+} (№ 11). Очевидно, в силикатном стекле преобладают комплексы, в которые церий может входить только в трехвалентной форме, и, таким образом, существует реальная возможность регулировать их количество подбором соответствующей матрицы. То же стекло, сваренное с 10-кратным соотношением стехиометрического количества древесного угля и CeO_2, несмотря на неполное (по сравнению с оловом) восстановление церия, имеет значительно более высокую яркость (№ 9).

Зависимость яркости катодолюминесценции и соотношения Ce^{3+}/Ce^{4+} церия от типа восстановителя и его содержания в стекле

№ п/п	Восстановитель, г		Общее содержание Ce, %	Ce^{4+}, %	Ce^{3+}, %	Яркость, нт	Редокс-потенциал, в
	Sn	C					
1	0,085	—	3,1322	0,4888	2,6434	2,00	0,77
2	0,10	—	3,1658	0.4216	2,7442	1,90	0,60
3	0,15	—	3,1756	0,0877	3,0879	1,70	0,45
4	0,17	—	3,1408	—	3,1408	1,50	0,30
5	0,34	—	3,1838	—	3,1838	1,20	0,28
6	0,40	—	3,18 8	—	3,18 8	1,15	0,22
7	0,46	—	3,1532	—	3,1532	1,05	0,20
8	0,51	—	3,1658	—	3,1658	0,90	0,19
9	—	0,34	3,1778	0,7744	2,4034	2,25	
10	—	0,015	3,1658	0,1118	3,0540	2,35	
11	—	—	3,1408	1,0756	2,0652	2,50	

Самым примечательным нам представляется тот факт, что стекло, сваренное без восстановителя в нейтральной среде (№ 11) и активированное соединением четырехвалентного церия, обнаруживает наибольшую яркость катодолюминесценции при наименьшем содержании Ce^{3+} из всех исследованных стекол. Поскольку содержание Ce^{4+} возрастает, это может быть объяснено лишь облегчением миграции энергии от места ее поглощения в матрице к иону активатора. Очевидно, ионы любого восстановителя все же внедряются в ковалентную сетку стекла, как это было показано на примере с оловом [2], нарушая пути миграции энергии, препятствуя эффективной передаче возбуждения. Кроме того, ионы всех восстановителей в большей или меньшей степени служат тушителями люминесценции церия.

Следует отметить, что спектральный состав излучения катодолюминесценции исследованных стекол остается неизменным вне зависимости от типа примененного в процессе варки стекла восстановителя и его концентрации в образцах.

Необходимо также заметить, что при химическом анализе редокс-потенциалы сернокислых растворов церийсодержащих стекол [1], сваренных с оловом (№ 1—8), снижаются в сторону редокс-потенциала пары Sn^{4+} / Sn^{2+}, равного +0,15 в (нормальный редокс-потенциал пары Ce^{4+} / Ce^{3+} равен +1,45 в), с увеличением общего количества введенного в шихту олова (см. таблицу). Это может быть объяснено следующим образом. При определении общего количества церия Ce^{3+} окисляется до Ce^{4+} сильными окислителями. Одновременно Sn^{2+} в растворе окисляется до Sn^{4+}, а пара Ce^{4+} и Sn^{4+} не реагирует, так что определение общего содержания церия не зависит от присутствия ионов олова. Однако при определении доли Ce^{4+} в стекле Ce^{3+} удерживается в атмосфере CO_2 и соответственно окисления Sn^{2+} до Sn^{4+} не происходит. Поэтому в растворе может иметь место реакция $Ce^{4+} + Sn^{2+}$ и анализ цериевых стекол с оловом может и не обнаружить Ce^{4+}, хотя в готовом стекле он и присутствует. Однако, если объяснять падение яркости присутствием Ce^{4+} в образцах, то яркость не должна стать ниже яркости свечения стекла без восстановителя, где содержание Ce^{4+} максимально (№ 11). Кроме того, содержание Ce^{4+} в стекле не может увеличиваться в присутствии (и с повышением содержания) такого эффективного восстановителя, как олово. Поэтому можно утверждать, что данные анализа соответствуют истинному соотношению валентных форм церия, т. е. Ce^{4+} не обнаруживается в растворе потому, что его нет и в образцах.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 24.4.1975)

ფიზიკური ქიმია

ტ. გავრილენკო, ვ. ქაჩიბაია, ბ. სეფაშვილი, ი. სიამაშვილი, დ. ჩხაიძე

აღმდგენელის გავლენა Ce^{3+}/Ce^{4+} თანაფარდობაზე და ცერიუმშემცველი მინების კათოდოლუმინესცენციაზე

რეზიუმე

გამოკვლეულია ლითიუმ-მაგნიუმ-ალუმო-სილიკატური მინა, გააქტივებული ცერიუმის ორჟანგით, აღმდგენლებად კალის ან ნახშირის გამოყენებით.

აღმოჩენილია კლ სიკაშკაშის კანონზომიერი შემცირება ნიმუშებში კალის შეცულობისა და Ce^{3+}-ის წილის გაზრდასთან ერთდროულად (აქტივატორის ერთი და იგივე კონცენტრაციისა და ხარშვის თანაბარი პირობების დაცვით).

კალის შეცვლა ნახშირით, მიუხედავად ამ შემთხვევაში ცერიუმის არასრული აღდგენისა, იძლევა ნათების მნიშვნელოვნად მაღალ სიკაშკაშეს, თუმცა შედარებით მაღალი სიკაშკაშე მიღებულია ნიმუშებში, რომლებიც მოხარშულია ნეიტრალურ არეში აღმდგენელის გარეშე. მოცემულია აღნიშნული მოვლენების ახსნა.

PHYSICAL CHEMISTRY

T. B. GAVRILENKO, V. N. KACHIBAYA, B. I. SEPASHVILI,
I. L. SIAMASHVILI, D. N. CHKHAIDZE

THE INFLUENCE OF REDUCER ON THE Ce^{3+}/Ce^{4+} RATIO AND CATHODOLUMINESCENCE OF CERIUM-CONTAINING GLASSES

Summary

Silicate glass, activated by cerium dioxide by using tin or coal as reducer, is analysed. With the increase of tin contents (at the same concentration of activator and under other equal conditions) regular reduction

of cathodoluminescence brightness with simultaneous increase of Ge^{3+} has been found.

In spite of the incomplete recovery of cerium (compared with tin) substitution of coal for tin results in a higher brightness of luminescence. The highest brightness is obtained on samples boiled in neutral medium without reducers.

The observed phenomena are accounted for.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Н. Качибая, И. Л. Сиамашвили. Сообщения АН ГССР, 56, № 1, 1969.
2. В. Н. Качибая, И. Л. Сиамашвили. ЖПХ, 57, 7, 1974.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 551.894(470.21)

ფიზიკური გეოგრაფია

ჭ. ჯანელიძე

პალიასტომის ტბის ისტორიისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა თ. დავითაიამ 10.4.1975)

პალიასტომის ტბა დღემდე დამკვიდრებული მოსაზრებით ზღვის ყოფილი უბის ნაშთია და ლაგუნას წარმოადგენს [1]. ამ მოსაზრებას, როგორც ჩანს, საფუძვლად დაედო ტბის გეოგრაფიული მდებარეობა. კერძოდ ის, რომ იგი ზღვაზეა მიკრული და ამ უკანასკნელისაგან მხოლოდ სანაპირო ქვიშიანი ზვინულის ვიწრო ზოლით არის გამოყოფილი. სხვა რაიმე ფაქტი, რომელიც პალიასტომის ტბის ზღვიურ გენეზისს დაადასტურებდა, დღემდე აღნიშნული არ ყოფილა.

უკანასკნელ ხანებში კოლხეთის სანაპირო რაიონებში და, კერძოდ, პალიასტომის ტბის მიდამოებში ჩატარებული გეოლოგიური გაბურღვებით მოპოვებულ იქნა მდიდარი კერნული მასალა, რომლის ლითოსტრატიგრაფიულმა და რადიონახშირბადულმა ანალიზმა საშუალება მოგვცა დაგვეზუსტებინა ტბის გენეზისი და ასაკი.

როგორც ცნობილია, პალიასტომის ტბას ირგვლივ აკრავს ჭაობები, სადაც ტორფის ფენების სიმძლავრე 7—12 მ აღწევს. ტორფის ფენები ქმნიან მონოლითურ ჰორიზონტს, რომელშიც სხვა ნალექების (თიხა, ქვიშა) ჩანართები არ შეინიშნება, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ ამ რაიონში ტორფის წარმოქმნა-განვითარება განუწყვეტლივ წარმოებს დაჭაობების დაწყების მომენტიდან დღემდე. ტბის ფსკერზე ჩატარებული გაბურღვებით გაირკვა, რომ ფსკერი 3—5 მ სისქის საპროპელიანი თიხა-ქვიშებით არის აგებული, მას კი ქვეშ ტორფის უწყვეტი შრე უდევს. ეს უკანასკნელი პალიასტომის ტბის ირგვლივ განვითარებულ ტორფის ქვედა წრეებს უკავშირდება და თავის მხრივ ჭაობის ლამიანი თიხნარების ჰორიზონტზეა მოთავსებული [2]. ჭაობური თიხნარების ქვეშ ტბის სამხრეთ და ჩრდილო-დასავლეთ ნაპირებზე გაბურღვებით ფიქსირებულია ძველშავზღვიური ნალექების დასტა, რომელიც ხმელეთის ზედაპირიდან 15—17 მ დაბლაა განვითარებული და ზღვიური მოლუსკური ფაუნის ნაშთებს შეიცავს.

ამრიგად, პირველი დასკვნა, რაც ზემოაღნიშნულის საფუძველზე შეიძლება გაკეთდეს, ისაა, რომ პალიასტომის ტბა ძველი ჭაობის ადგილზე მდებარეობს. ფსკერული ნალექების ქვეშ მდებარე ტორფის ჰორიზონტის კავშირი ტბის ირგვლივ არსებულ ტორფის საბადოების ქვედა შრეებთან მოწმობს, რომ ამ რაიონში ახლო გეოლოგიურ წარსულში ვრცელი ჭაობი იყო, რომლის ცენტრალურ ნაწილში გარკვეული ფაქტორების ზემოქმედებით წარმოიშვა ტბა.

კოლხეთის სანაპირო რაიონებში განვითარებული ტორფის საბადოების აბსოლუტური ასაკი ამჟამად საკმაოდ ზუსტად არის დადგენილი. ტორფის ფენების რადიონახშირბადული ანალიზის საფუძველზე დადგენილია, რომ სანაპირო ტერიტორიების დაჭაობება 6—7 ათასი წლის წინ დაიწყო და დღემდე განუწყვეტლივ გრძელდება. პალიასტომის ტბის სამხრეთ ნაპირზე განვითარებულ ტორფნარში ზედაპირიდან 2, 6, 8 და 11 მ სიღრმეში მდებარე ტორფის ფენების აბსოლუტური ასაკი შესაბამისად 100, 2100±150, 4130±195 და 5825±125 წელი აღმოჩნდა, ხოლო ტბის ჩრდილო მხარეზე მდებარე ნაბადას

ტორფის საბადოში ტორფის სულ ქვედა (ძველი) ფენა 6660±60 წლით არის დათარიღებული. 6 ათასი წლის წინ წარმოქმნილია ქობულეთის, ჩურიის, ანაკლიის, გაგიდის და გაგრის სანაპირო ტორფნარების ყველაზე ძველი ფენები.

პალიასტომის ტბის ირგვლივ მდებარე ტორფნარების ყველაზე ძველი ფენების აბსოლუტური ასაკი საფუძველს გვაძლევს ვამტკიცოთ, რომ ამ რაიონში 6000—6500 წლის წინ ტბა არ არსებობდა. ამ დროს აქ ჭაობი იყო, რომელშიც ტორფი გროვდებოდა. ამასთან ერთად, პალიასტომის ტბა უკვე არსებობდა 2000 წლის წინ. ამას მოწმობს ძველი დროის სწავლულების (სტრაბონი, არიანე, აგათია) მიერ დატოვებული წერილობითი საბუთები. ამ საბუთებში მდ. ფაზისის (ახლანდელი რიონი) შესართავთან, მის მარცხენა ნაპირზე, ზღვასთან ახლოს მითითებულია უსახელო ტბა. ყველა ნიშნის მიხედვით იგი თანამედროვე მკვლევარების მიერ პალიასტომთან არის გაიგივებული და არც თუ უსაფუძვლოდ, ვინაიდან მდ. რიონის შესართავის რელიეფის და უახლესი ნალექების შესწავლა გვიჩვენებს, რომ 2000 წლის წინ ამ რაიონში პალიასტომის გარდა სხვა ტბა არ არსებობდა.

ამრიგად, შეიძლება მოვხაზოთ ქრონოლოგიური ჩარჩო, რომელშიც თავსდება პალიასტომის ტბის წარმოშობის მომენტი. იგი მოიცავს 6000—2000 წლის წინანდელ დროის შუალედს.

ახლა იმ მიზეზების შესახებ, რომლებმაც განაპირობა პალიასტომის ტბის წარმოქმნა და მისი შემდგომი განვითარება. პირველ რიგში უნდა აღვნიშნოთ შავი ზღვის დონის რყევა ახლო გეოლოგიურ წარსულში, ვინაიდან სწორედ ზღვის დონის მდგომარეობაზე იყო დამოკიდებული ტბის არსებობა ამ რაიონში. უნდა აღვნიშნოთ, რომ პალიასტომის ტბის სარკე მხოლოდ 20—30 სმ მაღლა მდებარეობს ზღვის დონეზე და ცხადია, ზღვის დონის უმნიშვნელო აწევაც კი ტბის ზღვის უბედ გადაქცევას გამოიწვევდა. ამასთან ერთად, საკმარისია ზღვის დონემ სულ რამდენიმე მეტრით დაბლა დაიწიოს, რომ პალიასტომის ტბა შეწყვეტს არსებობას, ვინაიდან ამ უკანასკნელის მაქსიმალური სიღრმე 4 მ არ აღემატება. მდ. კაპარჭინა, რომელიც ტბიდან ზღვაში გაედინება, ზღვის დონის დაწევის შედეგად სწრაფად გააღრმავებს კალაპოტს, რომელიც ქვიშებით აგებულ ზვინულშია გამომუშავებული, რაც საბოლოო ჯამში ტბის დაცლას გამოიწვევს.

უახლესი პალეოგრაფიული გამოკვლევებით მტკიცდება, რომ ახალევქსინური ეპოქის დასასრულს (დაახლოებით 9—10 ათასი წლის წინ) შავი ზღვის დონე თანამედროვესთან შედარებით სულ მცირე 2 ათეული მ-ით დაბლა იყო დაწეული. დაახლოებით 9 ათასი წლის წინ შავი ზღვის აუზში დაიწყო ძველშავზღვიური ტრანსგრესია, რის დროსაც ზღვის დონე სწრაფად განიცდიდა ამაღლებას [3, 4]. კოლხეთის სანაპირო ზოლში ზედაპირიდან 15—17 მ დაბლა ძველშავზღვიური ნალექების განვითარების ფაქტი მოწმობს, რომ აღნიშნული ტრანსგრესიის შედეგად მოხდა ზღვის შემოსევა სანაპირო რაიონებში და ლაგუნების წარმოქმნა, რომლებიც ხმელეთში თანამედროვე ნაპირიდან ზოგან 2—4 კმ იყვნენ შეჭრილნი. დაახლოებით 6 ათასი წლის წინ შავი ზღვის დონემ მიაღწია თანამედროვე მდგომარეობას (ან რამდენიმე მეტრით დაბლა იყო თანამედროვეზე). მომდევნო დროში შავი ზღვა ძირითადად სტაბილურ რეჟიმში ვითარდება. მისი დონე მხოლოდ მცირე მასშტაბით განიცდის სხვადასხვა ნიშნით რყევას. კერძოდ, 4200—3500 წლის წინ ადგილი ჰქონდა ზღვის დონის მცირე აწევას (ახალშავზღვიური ტრანსგრესია), რაც მომდევნო ხანაში ასევე მცირე რეგრესიამ შეცვალა (ფანაგორიული რეგრესია). ჩვენი წელთაღრიცხვის დასაწყისში კვლავ ტრანსგრესია დაიწყო, რაც უმნიშვნელო ტემპით დღემდე გრძელდება.

შავი ზღვის დონის მეტნაკლებად სტაბილურმა რეჟიმმა უკანასკნელი 6 ათასი წლის მანძილზე და სანაპირო რაიონებში კოლხეთის მდინარეების მიერ მოტანილი ნაშალი მასალის ჭარბმა აკუმულაციამ, როგორც ჩანს, გამოიწვია ლაგუნების დეგრადაცია — მათი თანდათანობითი მოსილვა და დაჭაობება. შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ დაახლოებით 5—6 ათასი წლის წინ ადგილი ჰქონ-

და შავი ზღვის მცირე რეგრესიას, რამაც დააჩქარა ლაგუნების დეგრადაციის პროცესი.

ახალშავზღვიური ტრანსგრესიის დროს, რომლის ასაკიც 4200—3500 წლის წინანდელი დროით არის განსაზღვრული [5], სანაპირო ზოლში ჩამოყალიბდა ქვიშის ზვინული, რომელიც ამჟამად ზღვიდან 200—300 მ არის დაშორებული, 2—3 მ სიმაღლეს აღწევს და ზღვის ნაპირის პარალელურად არის გაჭიმული. წარმოქმნილმა ზვინულმა ზღვისაგან მკვეთრად გამოყო სანაპირო ჭაობები და კიდევ უფრო მეტად შეუწყო ხელი სანაპირო რაიონების დაჭაობებას, რადგან მან გამოიწვია მდინარეთა შეგუბება შესართავთან. პალიასტომის ტბის რაიონში სანაპირო ქვიშიანი ზვინულის წარმოშობით ზღვისაგან გამოიყო ძველი ლაგუნის ადგილზე განვითარებული ვრცელი ჭაობი, რომლის ცენტრალურ ნაწილში თანდათანობით დაიწყო ტბის ჩამოყალიბება. საფიქრებელია, რომ ტბის წარმოქმნაში გარკვეული როლი ითამაშა ადგილის ტექტონიკურმა დაძირვამ, რამაც ხელი შეუწყო ტბის ქვაბულის გაფორმებას. ტბის ქვაბულის ჩამოყალიბების თანადროულად მოხდა მისი ამოვსება მდ. რიონის ბიფურკაციული წყლით (კალაპოტიდან განაყოფი წყალი) და გურიის ქედის ჩრდილო ფერდობიდან მომდინარე პატარა ნაკადებით. პალიასტომის წყლის ბალანსი იმთავითვე დადებითი იყო, რის გამოც წყალმა გაარღვია სანაპირო ზვინული და ტბა მდ. კაპარჭინით ზღვას დაუკავშირდა.

ამრიგად, ყველა საფუძველი გვაქვს დავუშვათ, რომ პალიასტომის ტბა ძველშავზღვიური ლაგუნის ადგილზე წარმოქმნილი 3500—4000 წლის წინ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ვახუშტის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 25.4.1975)

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Ч. П. ДЖАНЕЛИДЗЕ

К ИСТОРИИ ОЗЕРА ПАЛИАСТОМИ

Резюме

Расположенное к югу от устья р. Риони, в прибрежной полосе моря озеро Палиастоми представляет собой лагуну, образовавшуюся на месте существовавшей ранее суши. Это подтверждается развитием торфянистого горизонта под донными осадками озера. На основе стратиграфического и радиоуглеродного анализа новейших отложений, развитых в этом районе, доказано, что формирование берегового вала, отчленившего лагуну от моря, завершилось в максимальной фазе новочерноморской трансгрессии — 4200—3500 л. н. К этому моменту приурочивается образование озера Палиастоми.

PHYSICAL GEOGRAPHY

Ch. P. JANELIDZE

TOWARD THE HISTORY OF PALIASTOMI LAKE

Summary

Paliastomi lake, being located in the foreshore line of the Kolkhida Lowland, is a landlocked embayment. On the basis of stratigraphic and geomorphological analyses of the newest deposits it has been proved that Paliastomi lake was formed in the maximum phase of the New Black Sea (Flandrian) transgression 4200-3500 years ago.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Шафранов. Сб. материалов для описания местности и племен Кавказа. Тифлис, 1882.
2. С. И. Элердашвили. Сб. «Осушение и освоение Колхидской низменности». Тбилиси, 1974.
3. Е. Н. Невеский. Процессы осадкообразования в прибрежной зоне моря. М., 1963.
4. В П. Зенкович. ДАН СССР, т. 63, № 2, 1948.
5. ჭ. ჯანელიძე, ა. ბურჭულაძე, გ. ტოგონიძე. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. 72, № 1, 1973.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 551.48.212:6

ГИДРОЛОГИЯ

Ш. В. ДЖАОШВИЛИ, А. Г. КИКНАДЗЕ

РОЛЬ ТВЕРДЫХ ВЫНОСОВ Р. МОКВА В ПЛЯЖЕОБРАЗОВАНИИ

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 10.4.1975)

Береговая линия от р. Моква до р. Галидзга протяжением 8 км представляет собой плавную кривую, окаймляющую небольшую бухту, в вершине которой расположен г. Очамчире.

Вся прибрежная зона в районе Очамчире представляет собой древнюю аккумулятивную форму, сложенную наносным материалом. Берег и подводная часть сложены слабо сцементированным конгломератом, галечником и песком.

Вдольбереговой поток этого участка состоит из твердых наносов р. Кодори, к которому в подчиненном количестве добавляются наносы рр. Тамыш и Моква.

Морской берег в районе Очамчире сильно размывается, отступание береговой линии отчетливо замечается при сопоставлении топографических карт разных времен. Размыв резко сократил как ширину пляжа, так и мощность песчано-галечных накоплений. Общая протяженность морского берега, подверженного интенсивному размыву, равна 6—6,5 км. От воздействия моря сильно страдает территория города: размыто около 100 м суши, местами 150 м, разрушены три ряда волноотбойных стен.

После разрушения волноотбойных стен территория города укрепляется бунами, дающими положительный эффект. Межбунные «карманы» регулярно заполняются привозным материалом. Так как буны выстроены только в пределах города, сильно размывается участок от пляжа до города. Менее подвержен размыву участок от города до устья р. Галидзга, где пляжевые наносы частично возобновляются твердым стоком реки. На загородных участках, где отсутствуют буны, ширина пляжей изменяется в пределах 0—15 м.

В связи с тем, что мол перегородил вдольбереговой поток наносов годовой мощностью до 40—50 тыс. м^3, имеющий направление с северо-запада на юго-восток, накоплено значительное количество наносов между устьем р. Моква и молом. Ширина пляжа здесь увеличена на 100 м. Дальнейший рост не происходит из-за того, что строителями изымается инертный материал, и береговой подводный склон уклоном 3° находится в равновесии, а излишки материала стекают безвозвратно на глубины. Часть материала, уходящего на глубины, попадает в подводный канал, что требует дополнительных очистительных работ.

В настоящее время количество накопленного пляжевого материала на этом участке составляет 335 тыс. м^3. Кроме того, в год здесь теряется («поглощается» морем и изымается) до 40 тыс. м^3 гравия и песка. Суммарное количество потерь за последние 40 лет составило почти 2 млн. м^3.

Цель настоящего исследования — установление качественного и количественного участия наносов р. Моква во вдольбереговом потоке и возможности использования этой реки в восстановлении пляжей.

До последнего времени существовало мнение [1], что наносы р. Моква не участвуют в пляжеобразовании. Ею выносятся только взвешенные наносы, а крупная фракция твердого донного стока оседает в предустьевом участке, ввиду наличия подводного бара в устье и медленного течения реки.

Этому соображению противостоят результаты литологических наблюдений на пляже близ устья р. Моква. Каждая река выносит на пляж окатанные обломки пород, распространенных в ее бассейне. Из полного твердого стока всегда можно выбрать маркирующие породы, которые отсутствуют в наносах других рек и характерны только для данного бассейна.

Характерным для моквинских выносов является то, что породы, выносимые ею, распространяютс только южнее устья. Здесь в виде гальки и гравия встречаются следующие маркирующие породы: пироксеновые андезиты с коричневым оттенком, коричневые андезитовые порфириты и глинистые породы коричневого цвета, не встречающиеся в выносах рр. Кодори и Тамыш [2]. Присутствие маркирующих пород бассейна р. Моква на пляже доказывает участие наносов этой реки в пляжеобразовании (в качественном отношении).

Для определения количественного участия твердого стока р. Моква в образовании пляжа были проведены гидрологические исследования в устьевой области.

Река Моква берет начало с Кодорского хребта. Площадь бассейна 344,7 км^2, средняя высота 700 м. В питании реки участвуют подземные (22,2%), снеговые (11,5%) и дождевые (66,3%) воды. Модуль стока равняется 56,5 л·сек/км^2, средний годовой расход в устье 19,5 м^3/сек. Коэффициент вариации годового стока 0,28. Река характеризуется равномерным распределением стока внутри года, наблюдаются небольшое половодье в апреле-мае и осенне-зимние паводки [3].

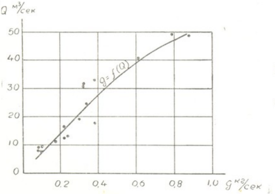


Рис. 1. График зависимости донных наносов от жидкого стока на реке Моква

Годовое количество наносов р. Моква по гидрологическим измерениям, приведенное к многолетнему периоду, составляет 900 т/год. Донные наносы проявляют тесную зависимость с жидким стоком (рис. 1). Измерения расходов проводились в разных условиях — как во время минимума, так и при расходах, достигающих 50 м³/сек, что позволило производить расчеты без экстраполяции кривой связи.

Таблица 1

Донные наносы р. Моква

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Расход, кг/сек	0,260	0,305	0,350	0,375	0,370	0,320	0,275	0,215	0,220	0,220	0,245	0,230
%	7,7	9,0	10,4	11,1	11,0	9,4	8,1	6,3	6,5	6,5	7,2	6,8
Месячное количество, т/мес	697	738	939	970	992	828	737	576	570	590	635	617

Гранулометрический состав наносов изменяется в пределах 0,25—50 мм, из них мелкой и средней гальки 24,1%, гравия 50,4%. Пробы на гранулометрический анализ отбирались со дна реки в створах на разном удалении от устья. В каждом створе отбиралось по 4—5 проб весом до 1 кг. Осредненные данные по створам и устьевой области приводятся в табл. 2.

Таблица 2

Гранулометрический состав наносов р. Моква (в % от веса)

Гранулометрия, мм	50—20	20—10	10—7	7—5	5—3	3—2	2—1	1—0,5	0,5—0,25	<0,25
Устье	19,6	13,8	10,3	11,2	8,0	8,1	10,2	9,4	6,1	3,3
В 100 м от устья	13,3	8,8	11,6	8,5	10,6	8,3	12,3	11,3	9,1	6,2
В 200 м от устья	12,5	7,7	7,4	9,1	5,8	9,2	13,0	16,6	14,6	4,1
В 250 м от устья	10,5	10,5	8,8	10,1	14,2	11,8	13,1	11,6	6,0	3,2
Среднее в устьевой области	13,9	10,2	9,5	9,7	9,6	9,4	12,2	12,3	9,0	4,2

Для подтверждения того факта, что твердый материал выносится р. Моква в море, был проведен эксперимент с меченым индикатором. В качестве меченых частиц бралась смесь гравия и песка, окрашенная люминофором, который легко обнаруживается под ультрафиолетовыми лучами. Опытный материал на 11,8% состоял из песка и 88,2% из гравия. Люминофорный песок был загружен в реку в 7 км от устья. Пробы отбирались после небольшого паводка в устье, со дна реки, берегов, косы и подводного бара. В них обнаружены меченые частицы в общей сложности до 50 штук, из них 7 штук диаметром более 5 мм. Наличие меченых частиц в устье подтверждает тот факт, что р. Моква выносит данные наносы в море.

Анализируя результаты литологических и гидрологических исследований, а также опыты с меченым песком, можно заключить, что твердый сток р. Моква участвует во вдольбереговом потоке наносов. Переброска р. Моква может восстановить пляж в Очамчире на одну треть (наносы р. Моква составляют треть вдольберегового потока этого участка). Остальную часть можно транспортировать или пневмотранспортом, или гидротранспортом (рефулерами). В противном случае для успешного укрепления берега необходимо выстроить буны на участке от города до пляжа, что явится менее выгодным как экономически, так и с точки зрения сохранения естественности ландшафта побережья.

Академия наук Грузинской ССР
Институт географии им. Вахушти

(Поступило 11.40.1975)

ჰიდროლოგია

შ. ჯაოშვილი, ა. კიკნაძე

მდ. მოქვას მყარი გამონატანის როლი პლიაჟწარმოქმნაში

რეზიუმე

მდ. მოქვას მყარი გამონატანის ლითოლოგიური და ჰიდროლოგიური შესწავლის საფუძველზე დადგენილია მყარი ჩამონადენის ხარისხობრივი და რაოდენობრივი როლი პლიაჟწარმოქმნაში. მდინარის შესართავის მიდამოებში ჩატარებულია ექსპერიმენტი ლუმინოფორებით ფსკერული ნატანის მოძრაობის შესასწავლად.

HYDROLOGY

Sh. V. JAOSHVILI, A. G. KIKNADZE

THE ROLE OF THE MOKVI RIVER'S SOLID RUN-OFF IN THE BEACH FORMATION

Summary

On the basis of the lithological and hydrological investigations of the Mokvi river's run-off its qualitative and quantitative role in the beach formation is established. An experiment has been carried out by means of luminofora tracers at the mouth of the river for the sake of its bed load investigation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Ф. Мандыч. Вестник МГУ, сер. геогр., № 2, 1967.
2. А. Г. Кикнадзе. Сб. «Новые исследования береговых процессов». М., 1971.
3. Ш. В. Джаошвили. Сообщения АН ГССР, 63, № 3, 1971.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 55(1):551.763.12(479.22)

ГЕОЛОГИЯ

Е. И. ДЕВДАРИАНИ, М. В. КАКАБАДЗЕ, Н. Н. КВАХАДЗЕ,
Э. В. КОТЕТИШВИЛИ

О НАЛИЧИИ ПЕРЕРЫВОВ В БАРРЕМСКИХ И АПТСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЮГО-ЗАПАДНОГО ОБРАМЛЕНИЯ ОКРИБЫ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 14.4.1975)

Наблюдения последних лет выявили наличие размывов небольшой амплитуды в барремских и аптских отложениях в полосе нижнего мела, которая тянется с юга на север от г. Кутаиси до ущелья р. Цхенисцкали. В изученных нами разрезах фиксированы два уровня размывов: нижний приурочен к границе нижнего и верхнего баррема, верхний — к среднему апту и частично к клансею. Первый из них хорошо прослеживается в южной части района в полосе Годогани—Цхункури. Здесь представлен пласт конгломерат-брекчии (0,2—0,8 м), повсеместно приуроченный к подошве верхнебарремских слоев с *Matheronites*. Второй размыв охватывает различный стратиграфический диапазон. В южной части (полоса Цхалтубо—Годогани) на размытой поверхности нижнего апта (зона *Deshayesites deshayesi*) залегает брекчия-конгломерат (0,3—0,4 м), постепенно сменяющийся выше отложениями среднего апта (зона *Colombiceras tobleri*). Следовательно, отсутствует нижняя зона среднего апта—зона *Epicheloniceras subnodosocostatum*. А в северной полосе района (окрестности сс. Дзедзилети и Горди) на размытой поверхности нижнеаптских отложений (зона *Deshayesites deshayesi*) залегает брекчия-конгломерат (0,3—0,8 м) с переотложенной фауной баррема-среднего апта и в некоторых местах нижней части клансея. Выше этот пласт постепенно сменяется клансейскими глинистыми известняками и мергелями. Следовательно, здесь из разреза целиком выпадает средний апт.

Наиболее характерный разрез для южной полосы наблюдается в окрестностях с. Годогани в ущелье р. Каджигеле, где на нижнебарремских массивных известняках со стяжениями кремня согласно залегают:

K_1b_1 1. Толсто- и среднеслоистые белесоватые известняки с *Panope gurgitis* Brong., *Amphidonta* sp, 1,5 м

K_1b_2 2. На неровной размытой поверхности пачки 1 залегает пласт брекчии-конгломерата, состоящий из галечников известняка, сцементированных глауконитовыми и карбонатными песчаниками. В них найдены *Grammatodon securis* Leym., *Neithea atava* Rcem., *Panope gurgitis* Brongn., *Mesohibolites* sp. и обломки аммонитов 0,2 м

3. Толсто- и среднеслоистые известняки; в нижней части найден *Matheronites aff. khvamliensis* Rouch., а в верхней встречены *Colchidites shaoriensis* Djan., *C. ratshensis* Djan. 5,5 м

K_1ap_1 4. Светло-серые глинистые известняки и известняки с *Ancyloceras kutatisiense* Rouch., *A. dichotomum* Rouch., *Deshayesites* sp., *Acrioceras furcatum* d'Orb., *Tulipina koutaisensis* (Lor.), *Mesohibolites uhligi uhligi* Schwetz. 2,3 м

5. На неровной размытой поверхности пачки 4 залегает брекчия-конгломерат, состоящий из плохоокатанных галек плотных известняков, сцементированных глауконитовым песчаником. В верхней части пачки гальки отсутствуют, и она сложена глауконитовыми глинистыми песчаниками. В основании пачки встречены обломки *Tulipina koutaisensis* Lor. *Mesohibolites minareticus* Krimh. 0,4 м

6. Глинистые известняки с *Aucellina caucasica* Buch., *Mesohibolites moderatus* Schweiz., *M. elegans* Schwetz., *Colombiceras tobleri* Jac. et Tobl. 2,5 м

Выше следуют зеленовато-серые среднеслоистые мергели с клансейской фауной *Acanthohoplites bigoti* Seunes, *Nodosohoplites cf. multispinatus* (Anth.).

Пачка 1 по стратиграфическому положению отнесена к нижнему баррему, пачки 2—3 на основании фауны—к верхнему баррему, пачка 4 — к нижнему апту. Пачка 5 содержит переотложенную фауну брахиопод и белемнит нижнеаптского возраста. Пачка 6 соответствует среднеаптской зоне *Colombiceras tobleri*. Таким образом, из разреза выпадает нижняя зона среднего апта—зона *Epicheloniceras subnodosocostatum*.

В окрестностях с. Гумбри, по данным Э. В. Котетишвили [1], в основании слоев с *Matheronites* выделяется слой брекчия-конгломерата (0,4 м), состоящий из обломков и галек глауконитового известняка, сцементированного карбонатным песчаником. Выше следуют отложения верхнего баррема (5 м) и нижнего апта (2,2 м). На неровной и размытой поверхности последнего залегает брекчия-конгломерат (0,35 м), состоящий из обломков известняков (Д=1 см) сцементированных зеленовато-серым песчанистым мергелем. В данном слое встречены *Epicheloniceras cf. martini* Jacob, *Ancyloceras* sp., *Mesohibolites elegantoides* St.-Verg. Над этой пачкой залегают неяснослоистые глауконитовые мергели (2,5 м) зеленовато-серого цвета, у подошвы которых найдены среднеаптские *Aucellina caucasica* Buch, *Colombiceras tobleri* Jac. et Tobl., *Mesohibolites moderatus* Schweiz. Выше согласно следуют клансейские мергели с *Acanthohoplites* sp. В этом разрезе также выпадает нижняя зона среднего апта—зона *Epicheloniceras subnodosocostatum* и слои, соответствующие зоне *Colombiceras tobleri* с брекчия-конгломератом (0,35 м) в основании, залегают на нижнеаптских известняках зоны *Deshayesites deshayesi*.

Северо-западнее с. Гумбри в ущелье р. Семи выше нижнебарремским светло-серых толстослоистых известняков с крупными устрицами залегает брекчия-конгломерат (0,2 м), состоящий из обломков известняков, сцементированных глауконитовым песчаником. Он согласно продолжается брекчиевидным известковистым, глауконитовым песчаником (0,5 м) с *Matheronites khwamliensis* Rouch. в основании. На неровной размытой поверхности вышележащих толстослоистых глауконитовых глинистых известняков (2,5 м) с *Acyloceras abichi* Sim., Bac. et Sor., *Deshayesites* sp., *Cheloniceras* sp. нижнего апта залегают песчанистые глауконитовые мергели (0,5 м) с *Aucellina caucasica* Buch, *Euphylloceras velledae* Mich., *Colombiceras tobleri* Jac. et Tobl. На 1,4 м выше следуют серые и розовые мергели, содержащие клансейские *Acanthohoplites abichi* Anth.

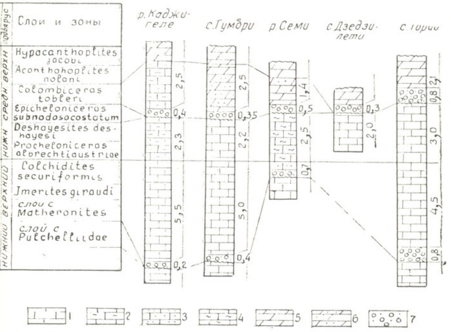


Рис. 1. Схема сопоставления разрезов: 1 — известняки; 2 — глинистые известняки; 3 — известковистый песчаник; 4 — глауконитовые глинистые известняки; 5 — мергели; 6 — глауконитовые мергели; 7 — брекчия-конгломерат

Несколько иная картина наблюдается в северной части исследуемого района, в окрестностях сс. Дзедзилети и Горди. В с. Дзедзилети над толстослоистыми нижнеаптскими известняками с *Ancyloceras phasiensis* Rouch., *Cheloniceras* sp. с признаками размыва залегает слой глауконитового песчаника (0,3 м), содержащий гальки плохоокатанных известняков и обломки переотложенных брахиопод, белемнитид и аммонитов. Из них определены *Epicheloniceras* sp., *Neohibolites inflexus* Stoll., *Lacunosella Kolhidaensis* (Moiss.) Наличие слоя брекчия-конгломерата отмечалось здесь Е. К. Вахания в 1955 г. Выше этого слоя согласно следуют клансейские мергели.

В с. Горди на правом склоне р. Сацисквило (р. Окаце) наблюдается известняковая брекчия мощностью 0,8 м, связанная постепенным переходом с нижне-и вышележащими известняками. Последние содержат фауну *Matheronites* и *Colchidites* и покрываются среднеслоистыми серыми известняками с *Ancyloceras aff. waageni* Anth., *Deshayesites lavashensis* Kas. нижнего апта (3 м). На размытой поверхности последних залегает слой брекчия-конгломерата, состоящий из обломков известняков серого и ржавого цвета (0,5—0,8м). Выше следуют глинистые брекчиевидные известняки и розоватые мергели (2,1 м) клансея с *Diadochoceras* sp. и *Orbirhynchia tschkmeriensis* (Lor.). Таким образом, в северной части района из разреза выпадают полностью среднеаптские отложения и часть клансея.

Приведенный фактический материал и сравнение с соседними областями наводят на мысль, что отмеченные нами размывы должны быть связаны с колебательными движениями, вызвавшими перерывы в осадконакоплении на Келасурском [2, 3] и Дзирульском [4] массивах. Учитывая удаленность изучаемого нами района от кристаллических массивов, геологическая природа которых могла бы влиять на процесс осадконакопления в ее периферических частях, и принимая во внимание одновременность этих перерывов, можно допустить, что эти колебательные движения имели региональный характер.

Академия наук Грузинской ССР
Геологический институт

Грузинское производственное
геологическое управление
«Грузгеология»

(Поступило 18.4.1975)

გეოლოგია

ე. დევდარიანი, მ. კაკაბაძე, ნ. კვახაძე, ე. კოტეტიშვილი

ოკრიბის სამხრულ-დასავლური ცარცული ზოლის ბარემულ-აპტურ ნალექებში სტრატიგრაფიული ხარვეზების შესახებ

რეზიუმე

საკვლევ ტერიტორიაზე დადგენილია სტრატიგრაფიული უთანხმოებები: 1) ქვედა- და ზედაბარემულის საზღვარზე; 2) შუა- და ზედააპტურში.

GEOLOGY

E. I. DEVDARIANI, M. V. KAKABADZE, N. N. KVAKHADZE, E. V. KOTETISHVILI

ON THE STRATIGRAPHICAL GAPS IN THE BARREMIAN AND APTIAN DEPOSITS OF THE SOUTH-WESTERN FRAMING OF OKRIBA

Summary

On the basis of a detailed stratigraphical investigation of the Cretaceous sections of the area indicated in the title the authors have established the following stratigraphical unconformities: 1) on the boundary of the Lower and Upper Barremian and 2) in the Middle and Upper Aptian.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. В. Котетишвили. Труды Геол. ин-та АН ГССР, нов. сер., вып. 25, 1970.
2. В. В. Друщиц, В. Б. Оленин, Б. А. Соколов, А. А. Трохова. Изв. вузов, Геология и разведка, № 8, 1959.
3. В. В. Друщиц, Б. А. Соколов, А. Н. Балуховский. Труды Кавказской экспедиции ВАГГ и МГУ за 1959—1960 гг., т. 3. М., 1962.
4. М. В. Шарикадзе. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 4 (168), Тбилиси, 1974.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 551.791(479.22)

ГЕОЛОГИЯ

З. А. ИМНАДЗЕ, Т. Г. КИТОВАНИ, Ш. К. КИТОВАНИ,
Р. О. ТОРОЗОВ

ЧАУДИНСКИЕ И ПОСТЧАУДИНСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ ОКРЕСТНОСТЕЙ ЦВЕРМАГАЛА—УРЕКИ (Западная Гурия)

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 18.2.1975)

В приморской части Гурии (Западная Грузия) на вершине горы Цвермагала (154 м), имеется изолированный выход сильно выветренных, выржавленных тонкозернистых слюдистых песков, резким угловым

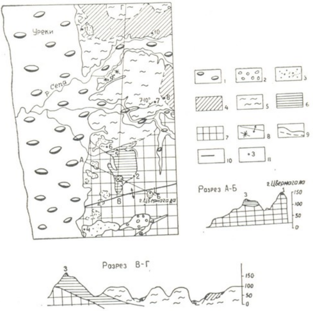


Рис. 1. Схематическая геологическая карта района Цвермагала — Уреки: 1 — современные аллювиальные и морские пески и галечники; 2 — карангатские аллювиальные галечники; 3 — карангатские морские пески, реже галечники; 4 — узунларские морские пески, 5 — древнеэвксинские морские глины и пески с линзами галечников; 6 — чаудинские морские глины и песчаники; 7 — Среднемиоценовые сильнодислоцированные песчаники и аргиллиты; 8 — оси молодых складок; 9 — границы геологические достоверные и предполагаемые; 10 — разлом; 11 — места находок фауны

несогласием перекрывающих сильно дислоцированные среднемиоценовые отложения (рис. 1, точка наблюдения 1). В них обнаружены отпечатки моллюсков *Cardium tuberculatum* Linné, *Paphia* sp.,, встречающиеся в карангатских отложениях.

В 500—600 м северо-западнее горы Цвермагала (т. н. 2) миоценовые отложения с резким угловым несогласием перекрыты пологопадающими в северных румбах глинами, песчаниками и песками с базальными образованиями в основании, которые хорошо выражены несколько западнее (на серпантине дороги). В этих отложениях на разных уровнях и во многих пунктах встречается типичная для чаудинских отложений Гурии фауна: моллюски *Dreissena tshaudae* Andrus., *Didacna pseudocrassa* Pavl., *D. davitashvili* sp. n. Kitov., *Tshaudia tshaudae* (*Andrus.*), *Tsh. tshaudae elongata* subsp. n., *Submonodacna pleistopleura* Davit., *Micromelania* sp.; Остракоды [1] — *Caspiocypris abchasiensis sp.* n. Imn., *Caspiolla acronasuta* (Livent.), *Pontoniella acuminata* (Zal.), *P. tshaudae* sp. n. Imn. *Lineocypris* sp., *Bacunella dorsoarcuata* (Zal)., *Cytherissa plena* Klein, *Trachyleberis pseudoconvexa* Livent., *Tr. azerbaidjanica* Livent., *Tr. davitashvili* Imn.

В отложениях чауды выработана выровненная поверхность, известная в литературе под названием «Цвермагальской террасы» (105—110 м). На ее западном краю (рис. 1, т. н. 3) на чаудинских слоях со слабовыраженным несогласием залегают пески, в которых встречаются отпечатки моллюсков *Dreissena ex gr. caspia*, *Didacna ex gr. baeri-crassa*.

Аналогичная фауна была встречена в идентичных песках (на более низких гипсометрических отметках) на правом берегу р. Сепа (т. н. 10, 11) и в левом ее притоке (т. н. 8). В последнем пункте почти горизонтально залегающие пески подходят вплотную (необнаженный участок 15 м) к падающим на С.-З. под углом 10—12° чередующимся песчанистым глинам и рыхлым песчаникам, содержащим моллюсковую фауну древнеэвксина (т. н. 7). Исходя из этого рассматриваемые пески условно отнесены нами к узунлару.

Севернее горы Цвермагала на дне ручья близширотного направления (рис. 1, т. н. 5) обнаружены слои с «запутанной слоистостью», с линзами карбонатных пород, которые содержат раковины чаудинских моллюсков и остракод. Вдоль шоссейной дороги в левобережной части р. Сепа вплоть до ст. Уреки (рис. 1, т. н. 6, 7, 9) следуют глины с прослоями рыхлых песчаников и песков, смятые в мелкие складки (на расстоянии 800 м и зафиксированы две синклинали и одна антиклиналь), которые повсеместно содержат скудную фауну моллюсков *Didacna ex gr. caspia*, *Didacna ex gr. pseudocrassa* (мелкие формы), *Didacna parvulaeformis* sp. n. Kitov. и остракод *Caspiolla acronasuta* (Livent.), *C. venusta* (Zal.), *Pontoniella* sp., *Advenocypris dorsodepressa* (Schw.), *C. Bacunella dorsoarcuata* (Zal.), *Leptocythere striatocostata* Schw., *L. andrussovi* Livent., *Trachyleberis pseudoconvexa Livent.*, *Tr. concvista* Mandelst., *Loxo-*

---

[1] Приводятся наиболее характерные формы остракод.

concha petasa Livent. и др. По составу и характеру фауны эти отложения отнесены нами к переходным слоям между чаудой и древним эвксином.

У ст. же Уреки (т. н. 11) обнажаются древнеэвксинские отложения, содержащие характерную для этих отложений моллюсковую фауну [1] и остракоды *Caspiolla gracilis bacuana* Lüb., *Candona neglecta* Sars., *Cardoniella ex gr. novocaspiensis* Schn., *Eucypris colchidicus* sp. n. Imn., *Leptocythere adulata* Asl., L. sp., *Trachyleberis pseudoconvexa* Livent., *Tr. azerbaidjanica* Livent., *Cytherura pseudolimata* sp. n. Imn., C. sp. 5.

Таким образом, в районе Цвермагала—Уреки устанавливаются следующие фаунистически охарактеризованные образования: чаудинские, древнеэвксинские, условно датированные узунларские и карангатские отложения. Древнеэвксинские слои без видимого несогласия залегают на чаудинских, а узунларские и карангатские отложения, слагающие террасы, по-видимому, несогласно залегают на более древних отложениях.

В районе горы Цвермагала и вообще в Гурии нет чаудинской террасы. Чаудинские отложения дислоцированы [2, 3].

По элементам залегания чауды и уцелевшим остаткам карангатских слоев намечается Цвермагальская антиклиналь (рис. 1), сводовой части которой соответствует выход карангатских отложений на горе Цвермагала (154 м). Последние, по-видимому, являются продолжением карангатских слоев района Квемо-Натанеби, имеющих углы падения 5—7° и залегающих на 15 м отметке.

Так называемая «Цвермагальская терраса» выработана в отложениях чауды и моложе последних. Поэтому не следует пользоваться ею как возрастным репером для датировки равновысотных с ней террас других участков побережья Черного моря.

Грузинское отделение ВНИГНИ
Грузинское геологическое управление

(Поступило 28.2.1975)

გეოლოგია

ზ. იმნაძე, თ. კიტოვანი, შ. კიტოვანი, რ. თოროზოვი

ჩაუდური და პოსტჩაუდური ნალექები წვერმაღალა — ურეკის მიდამოებიდან (დასავლეთი გურია)

რეზიუმე

წვერმაღალა — ურეკის მიდამოებში დადგენილია ფაუნისტურად დახასიათებული დისლოცირებული ჩაუდური, ძველევქსინური, უზუნლარული და კარანგატული ნალექები. მთა წვერმაღალასთან ჩაუდურ ნალექებში აღინიშნება ანტიკლინური ნაოჭი, რომლის თაღში 154 მ სიმაღლეზე შემორჩენილია კარანგატული ქვიშები. ამდენად, აღნიშნულ რაიონში 100—120 მ ჩაუდური ტერასის გამოყოფა და ამის საფუძველზე შავი ზღვის სხვა ტერასების დათარიღება არ არის გამართლებული.

GEOLOGY

Z. A. IMNADZE, T. G. KITOVANI, Sh. K. KITOVANI, R. O. TOROZOV

CHAUDIAN AND POST-CHAUDIAN SEDIMENTS OF THE TSVERMAGALA-UREKI DISTRICT (WESTERN GURIA)

Summary

In the district of Tsvermagala-Ureki faunistically characterized dislocated chaudian, paleo-euxinian, uzunlarian and karangatian sediments are established. In the chaudian sediments near Tsvermagala an anticline is observable, on the vault of which karangatian sands are preserved at an altitude of 154 m. Thus the distinction of a chaudian terrace at the altitude of 100—120 m and the dating on these grounds of other terraces of the Black Sea is erroneous.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Г. Китовани. Труды ВНИГНИ, вып. CXY, 1971.
2. В. Э. Ливенталь. Труды Азербайджанского нефтяного н.-и. ин-та, вып. 2, 1931.
3. С. И. Ильин. Труды Нефтяного геологоразведочного ин-та, сер. А, вып. 70, 1935.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 551.243:552(479)

ГЕОЛОГИЯ

Ю. П. ВИДЯПИН, М. Л. СОМИН

О ДИСЛОКАЦИЯХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СЛАНЦЕВ СЕВЕРНОГО СКЛОНА ГЛАВНОГО ХРЕБТА БОЛЬШОГО КАВКАЗА НА ПРИМЕРЕ РАЙОНА Р. Б. ДУККИ

(Представлено академиком П. Д. Гамкрелидзе 12.2.1975)

Исследованиями последних лет в области метаморфического ядра Главного Кавказского хребта установлена сложная складчатая структура его Южной, или Перевальной, подзоны, характеризующаяся развитием сильно сжатых и изоклинальных складок значительной амплитуды [1—4]. При этом было показано [5], что наблюдающаяся здесь структурная картина—результат полистадийных деформаций. Гораздо менее единодушны суждения о дислокациях кристаллических сланцев в подзоне Северного склона, или Эльбрусской. Мнение о широком распространении здесь изоклинальных складок значительного размера [3] конкурирует с изложенными в новейших работах [6—8] представлениями о весьма простой складчатой структуре этой области (пологие купола, синклинали, моноклинали, отсутствие линейной складчатости).

Данный вопрос очень важен для понимания геологии Главного хребта, поэтому представляется необходимым рассмотреть его на основе конкретных данных. Последние были получены нами в результате детального изучения одного из типичных участков Эльбрусской подзоны—бассейна р. Б. Дукки, хребта Аркасара. Описание участка и его схема были опубликованы ранее [3]. Новые данные позволяют значительно уточнить и дополнить его структурную характеристику.

Район сложен породами макерской серии, метаморфизованными в протерозое или в среднем палеозое в условиях амфиболитовой фации низкого давления. Здесь наиболее легко устанавливаются — по генеральному положению плоскостных текстур пород — пологая куполовидная структура (антиформа) М. Дукки, сложенная слюдяными сланцами с горизонтом амфиболитов, и более крутая синклиналь (синформа) Аркасара, выполненная в основном кварцитовыми сланцами. Эти структуры принимаются [6] за практически единственный тип складчатых форм района. По нашим наблюдениям это лишь наиболее поздние образования (F_4), завершившие эволюцию складчатости метаморфических толщ. Действительно, прослеживание пачек амфиболитов по простиранию показывает, что они образуют крупные изоклинальные складки (F_3). Легче всего убедиться в существовании таких складок при знакомстве с двумя крупными скальными обнажениями в правом борту р. Б. Дукки к СВ от пер. Аркасара. Первое из них расположено всего в 30 м, а второе — в 300 м над рекой. Горизонт амфиболитов здесь вырисовывает лежачие складки с параллельными крыльями и заостренными, сложно устроенными замками (рис. 1). Их осевые поверхности (ОП) пологи (10—20°), шарниры ориентированы на ЮЗ—СВ. Видимая амплитуда первой складки равна 150 м, второй — 500 м.

В замках этих форм плоскости кристаллизационной сланцеватости (S_1) изгибаются параллельно слоистости (S_0). Таким образом, складки F_4 изгибают не сланцеватость, а ОП изоклинальных форм F_3, сланцеватость же параллельна этим ОП только на крыльях. Число точек, где можно непосредственно наблюдать данные складки, достаточно велико. Расположение замков наиболее крупных из них было ранее показано на схеме ([3], стр. 200). Амплитуда этих форм, возможно, достигает первых километров, но строго доказать это не удается.

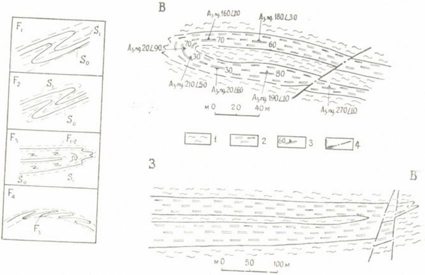


Рис. 1. В таблице — последовательность образования складчатых форм в бассейне р. Б. Дукки. Рисунки справа—лежачие изоклинальные складки F_3 в правом борту Б. Дукки: 1 — кварц-слюдяные сланцы, 2 — амфиболиты, 3 — ориентировка осевых поверхностей мелких складок F_{1-2} (в координатах вертикальной плоскости), 4 — разрывы

Вместе со сланцеватостью в замках F_3 изгибаются ОП более мелких сильно сжатых складок, которые на этом основании следует считать более ранними образованиями. Это асимметричные формы с округлыми или острыми замками; их ОП наклонены к зеркалу складчатости под углом до 20°. Среди данных складок выделяются две генерации — F_1, в замках которых S_1 сечет слоистость S_0, и F_2, характеризующиеся параллельным расположением S_1 и S_0. Отсюда следует, что складки F_1 являются синметаморфическими, а F_2—постметаморфическими. Амплитуда тех и других не превышает, видимо, первых метров.

Таким образом, складчатая структура района весьма сложна; важное значение здесь имеют изоклинальные складки, особенно типа F_3. Сходная картина наблюдалась нами в двух других участках Эльбрусской подзоны — в басейне р. Имеретинки на западе и в истоках р. Гара-аузусу на востоке.

Сравниваемые подзоны Главного хребта, следовательно, существенно отличаются лишь по характеру складчатых форм самой поздней генерации. Последние и тут и там окончательно оформились лишь после альпийских движений, игравших в их становлении важную роль. Это видно и в изученном участке: на крутом крыле купола М. Дукки слои лейаса залегают без видимого углового несогласия. Более ранние деформации произошли до среднего карбона. Отметим, что они были не только складчатыми, но и разрывными, в результате чего лежачие изоклинальные складки часто сочетаются с многочисленными древними зонами смещения, в основном параллельными ОП складок. Амплитуду таких разрывов обычно трудно установить, но, судя по тому, например, что на южном окончании хребта Аркасара (р. Аманауз) исчезает из разреза (срезается?) практически вся домбайская свита парагнейсов [3], значение таких разрывов в общей структуре может быть очень большим. Что касается роли сильно сжатых складок ранних генераций в структуре древнего ядра Главного хребта, то она, по нашим данным, может существенно меняться от места к месту [5]. В заключение отметим сходство истории деформаций кристаллических сланцев лабинской серии в истоках р. Дамхурц [5] и макерской — на хребте Аркасара. Это необходимо учитывать при анализе структурно-возрастных взаимоотношений упомянутых серий.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

Академия наук СССР
Институт физики Земли

(Поступило 28.2.1975)

გეოლოგია

ი. ვიდიაპინი, მ. სომინი

კავკასიონის მთავარი ქედის ჩრდილო ფერდის კრისტალური ფიქლების დისლოცირების შესახებ მდ. დიდი დუკის რაიონის მაგალითზე

რეზიუმე

განხილულია საკითხი მდ. დიდი დუკის რაიონის ნაოჭა სტრუქტურის სირთულის ხარისხის შესახებ. დასაბუთებულია, რომ აქ შეიძლება გამოიყოს ნაოჭების ოთხი გენერაცია. ამასთან, მესამე გენერაციის იზოკლინური ფორმები საერთო სტრუქტურაში ყველაზე მნიშვნელოვანია.

GEOLOGY

Yu. P. VIDYAPIN, M. L. SOMIN

ON THE DISLOCATION OF CRYSTALLINE SHALES OF THE NORTHERN SLOPE OF THE GREATER CAUCASUS RANGE AS EXEMPLIFIED BY THE AREA OF THE GREATER DUKKI RIVER

Summary

The degree of complexity of the fold structure of the Greater Dukki river area is discussed. It is argued that here four generations of folds are identifiable, the isoclinal forms of the third generation being most important in the general structure.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Самохин. Изв. АН СССР, сер. геол., № 4, 1963.
2. Ш. А. Адамия. Доюрские образования Кавказа. Тбилиси, 1968.
3. М. Л. Сомин. Доюрское основание Главного хребта и Южного склона Большого Кавказа. М., 1971.
4. Г. Л. Чичинадзе. Сообщения АН ГССР, 76, № 1, 1974.
5. М. Л. Сомин, Ю. П. Видяпин. БМОИП, отд. геол., № 3, 1974.
6. Г. И. Баранов. Геология СССР, т. IX, ч. I. М., 1968.
7. Г. И. Баранов. Тез. докл. IV конфер. по геол. и пол. ископ. Сев. Кавказа. Ессентуки, 1974.
8. В. И. Шевченко. Геотектоника, № 2, 1971.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 553.06

ГЕОЛОГИЯ

Дж. А. КАСРАДЗЕ, О. Г. БАРАЧ

УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ РУДНЫХ СТОЛБОВ В ПРЕДЕЛАХ РТУТНОГО ПОЯСА АБХАЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. А. Твалчрелидзе 2.4.1975)

В пределах Высокогорной Абхазии, в полосе развития нижне- и среднеюрских песчано-сланцевых и туфогенно-осадочных отложений расположены два месторождения ртути — Ахейское и Авадхарское, а также около пятнадцати рудопроявлений кварц-диккит-киноварного типа ртутно-сурьмяно-мышьяковой формации.

В районе имеются геологические предпосылки открытия новых месторождений, в том числе скрытых. Дальнейшие их поиски должны вестись на основании изучения общих закономерностей локализации рудных тел.

Ртутное оруденение в Абхазии контролируется тектоническими разломами общекавказского простирания, главным образом Ахей-Авадхарским взбросо-надвигом. Последний в сочетании с параллельными разрывами и трещинами оперения образует мощную зону смятия, дробления и трещиноватости в глинисто-песчанистых и туфогенных породах позднетоарского—аален-раннебайосского возраста. К этой зоне приурочены известные месторождения и наибольшее число рудопроявлений, шлиховых и геохимических аномалий, минеральных источников и зон гидротермально измененных пород.

При крайне неравномерном распределении ртутной минерализации внутри зон выделяются участки с высокой концентрацией металла — рудные столбы, размещение которых определяется следующими структурно-геологическими факторами:

1. Преимущественная приуроченность рудных столбов к участкам разломов, имеющим общекавказское простирание. В местах изгибов разломов оруденение практически прекращается. Примером этого служат рудные столбы участков Тхасоу и Макратела Авадхарского месторождения, а также участков Шура и Чамашха Ахейского месторождения, расположенные в пределах Ахей-Авадхарского взброса (рис. 1, а).

Аналогичная картина отмечается и по падению разломов, где рудные тела тяготеют к их интервалам, имеющим падения 55—70°, на участках с вертикальным падением оруденение отсутствует (рис. 1, б).

Это можно объяснить раскрытием разломов при взбросо-сдвиговых движениях на участках, обладающих определенной ориентацией. Открытые полосы явились благоприятными для рудоотложения.

2. Рудные столбы приурочены к местам пересечения продольных и поперечных нарушений или к замыканиям основной рудной зоны вблизи поперечных нарушений. Так, на Авадхарском месторождении рудные столбы участка Тхасоу расположены в субширотной зоне между поперечными нарушениями; рудоносный диабазовый силл на участке Макратела залегает в висячем боку поперечного разрыва; рудные тела зоны № 2 тяготеют к сопряжениям основного разрыва с апофизами,

диагональными нарушениями либо с участками отделения оперяющих трещин. Ахахчинское рудопроявление приурочено к меридиональному разлому; поперечные рудоносные нарушения отмечены и на Ахейском месторождении (рис. 1, а, в).

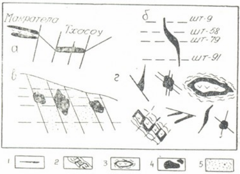


Рис. 1. Типы рудных столбов и ловушек в пределах Авадхарского месторождения ртути: а — план главной рудной зоны, б — поперечный разрез, в — разрез в плоскости рудной зоны, г — типы рудных ловушек

3. Наличие пространственной связи полей вулканической активности и оруденения (в понимании общности каналов). Примером служат участки Тхасоу, Макратела, зона № 2 Авадхарского месторождения, участок Чамашха Ахейского месторождения и Ахахчинское рудопроявление. Все они находятся в пределах зон проявления юрского вулканизма, выраженного в частности, широким развитием дорудных даек диабазовых порфиритов.

4. Литологический контроль оруденения изучен пока недостаточно детально. В общем случае устанавливается преимущественное расположение богатых киноварных руд в песчаниках, испытывающих при деформациях интенсивное дробление (участок Шура Ахейского месторождения). В других случаях (Авадхарское месторождение) в глинистых сланцах концентрируются киноварные руды, тогда как в туфогенных породах — реальгар-аурипигментовые. Это проявляется как в пределах отдельных свит и толщ (ртутно-мышьяковые проявления Мзимна, зона № 2 и др., залегающие в туфах, ртутные тела участка Тхасоу, приуроченные к глинистым сланцам и др.), так и в пределах отдельных пластов и будин. Так, в пределах рудного столба участка Тхасоу часто рудоносная трещина одновременно пересекает глинистые сланцы и будины измененного туфа; в глинистых сланцах оруденение киноварное, а в туфах преобладает реальгар и аурипигмент. Небезынтересен также факт присутствия больших количеств битума вблизи рудных зон.

5. Многоярусность ртутных столбов, преимущественно располагающихся на гипсометрических уровнях 1500—2000 м. В их строении отмечается вертикальная зональность, выраженная чередованием в вертикальном разрезе ртутных и ртутно-мышьяковых сортов руд. Особенно четко она проявлена на Авадхарском месторождении, где на верхних горизонтах (шт. № 16, 17, 54 и др.) развиты ртутно-мышьяковые руды, на средних (шт. 9 и 58) — ртутные, а на нижних (шт. №№ 79 и 91) — снова ртутно-мышьяковые руды. Кроме того, наблюдается пропитывание мышьяковыми минералами породы, тогда как киноварь выполняет отдельные трещины в тех же породах, цементируя их брекчию (шт. № 117).

Зональное строение рудных столбов и структурно-текстурные особенности руд устанавливают стадийность минерагенеза.

Внутри рудных столбов оруденение также распространено неравномерно. Богатые руды сконцентрированы на участках, испытавших интенсивную трещиноватость, которой подвергнуты преимущественно хрупкие породы (песчаники, туфы, диабазы, окварцованные глинистые сланцы и алевролиты). В этом отношении наиболее благоприятным является ритмичный разрез, где, наряду с трещиноватостью, присутствуют и экраны. Рудными ловушками служат также места пересечения или сопряжения различных систем трещин, приконтактовые участки будин и даек изверженных пород, экранируемых глинкой трения, поперечные трещины разрыва, иногда образующие структуры типа лестничных жил (рис. 1, г).

Во всех случаях в рудообразовании превалирует процесс выполнения открытых полостей.

Как видно, образование рудных столбов и рудных ловушек определяется главным образом разрывными нарушениями. Роль пликативных структур не ясна ввиду все еще не высокой степени изученности рудовмещающей толщи лейаса. Вместе с тем, благоприятным для образования месторождений представляется сочетание в пространстве комплекса вышеотмеченных факторов с антиклинальными структурами. Такие узлы намечаются в пределах Авадхарского рудного поля и к востоку от Ахейского месторождения на участке Гваштхва. Здесь в ядрах антиклинальных структур выступает песчанистая свита тоара, перекрытая экраном глинистых сланцев аалена.

Благоприятные факторы возникновения рудных столбов имеют исключительно важное значение для прогнозирования оруденения и оценки отдельных рудных полей.

Грузинское производственное
геологическое управление

(Поступило 10.4.1975)

გეოლოგია

ჯ. კასრაძე, ო. გარაჩი

მადნეული სვეტების ლოკალიზაციის პირობები აფხაზეთის ვერცხლისწყლის სარტყლის ფარგლებში

რეზიუმე

განხილულია მადნეული სვეტების ლოკალიზაციის ზოგადი კანონზომიერებანი აფხაზეთის ვერცხლისწყლის ფარგლებში. მადნეული სვეტები იჭერენ განსაზღვრულ ჰიპსომეტრიულ დონეებს და ხასიათდებიან მრავალიარუსიანი ზონალური აგებულებით. დადგენილია, რომ მადნეული სვეტები უკავშირდებიან გარკვეული ორიენტაციის რღვევებს, გასწვრივი (კავკასიური მიმართულების) და გარდიგარდმო რღვევების გადაკვეთის ადგილებს, ვულკანური აქტივობის ზონებს.

GEOLOGY

J. A. KASRADZE, O. G. BARACH

CONDITIONS OF THE LOCATION OF ORE BODIES IN THE MERCURIAL BELT OF ABKHAZIA

Summary

The paper deals with the regularity of the distribution of ore bodies within the mercurial belt of Abkhazia. Ore columns are located in certain hypsometrical horizons, being characterized by zonal composition.

The connection of ore bodies with fractures of certain orientation, the intersection and conjugation of longitudinal and latitudinal faults, and zones of volcanic activity is established.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 551.24.553.98

ГЕОЛОГИЯ

Е. К. ВАХАНИЯ, Д. Ю. ПАПАВА, Д. Е. ВАХАНИЯ

САТАНДЖОЙСКАЯ БРАХИАНТИКЛИНАЛЬ—ПЕРСПЕКТИВНАЯ СТРУКТУРА ДЛЯ ПОИСКОВ НЕФТИ И ГАЗА

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 6.3.1975)

Сатанджойская брахиантиклиналь прослеживается через одноименную гору на протяжении 20 км, расположена непосредственно южнее Окумского структурного мыса одноименного поднятия и вместе с ним разделяет Центрально-Мегрелийскую (на востоке) и Очамчирскую (на западе) депрессии Колхидской (межгорной) впадины [1]. Последняя соответствует западной погруженной части Грузинской глыбы [2, 3] и обладает субплатформенной (идиоморфной) складчатостью слагающих ее мощных (до 10 км) мезо-кайнозойских образований.

Средняя приподнятая часть рассматриваемой антиклинали поперек рассекается у с. Оцарце р. Ингури, где в ядре ее обнажаются верхние пачки мергельно-туфогенной свиты альба, свита глауконитовых песчаников и мергелей сеномана (70 м) и толща известняков (до 200 м) турона-датского яруса [4]. На крыльях и периклиналях антиклинали развиты более молодые отложения палеогена и неогена. При этом палеоцен, верхний эоцен (лиролеписовый горизонт), нижний олигоцен (хадумский горизонт), мэотический и киммерийский ярусы и чаудинские слои залегают трансгрессивно и несогласно, в связи с чем из общего разреза отложений, слагающих данную антиклиналь, выпадают сарматские осадки и те или иные части ряда других подразделений палеогена и неогена [1, 5]).

Бурением скважин у сс. Оцарце и Чубухинджи и г. Зугдиди ниже обнаженной в своде антиклинали части (200 м) альба последовательно были вскрыты: нижняя часть (300 м) этой свиты, тонкослоистые мергелистые известняки апта (до 100 м), толстослоистые и массивные известняки баррема (600 м) а у г. Зугдиди (скв. 1) еще и доломитизированные слоистые известняки нижнего неокома (до 300 м) и глины кровли (30 м) так называемой окрибской свиты [1]лагунных соленосно-пестроцветных терригенных отложений верхней юры, широко развитых в Колхидской впадине и имеющих переменную мощность (до 1000 м).

У с. Окуми, расположенного на структурном мысе южного погружения Окумского поднятия, окрибская свита, имея мощность до 200 м, несогласно залегает на среднебайосских массивных и толстослоистых вулканогенных породах порфиритовой серии (скв. 1, 3 и 11), тогда как в смежных к востоку и северо-западу соответственно Ткварчельской и Маганской угленосных площадях из-под мощной (800 — 1000 м) окрибской свиты появляются явно регрессивные пресноводно-континентальные глинисто-песчанистые угленосные отложения ткварчельской свиты (до 250 м) батского яруса [1, 6—8], а стратиграфически ниже на этих площадях следует так называемая бзиаурская свита [1]. Она, занимая верхнюю часть порфиритовой серии, охарактеризована верхнебайосской фауной и, имея мощность порядка 500 м, представлена преимущественно слоистыми зеленоватыми туфопесчаниками, песчаниками и аргиллитами с прослоями туфов, туфоконгломератов и брекчий. Эти две свиты верхнебайосско-батских терригенных отложений на периферях Окумского поднятия выклиниваются между трансгрессивной окрибской свитой и среднебайосскими вулканогенными породами порфиритовой серии. Последняя в пределах территории Горной Мегрелии, Верхней Сванетии и Восточной Абхазии, относимой к складчатой системе Южного склона Большого Кавказа [3], имея мощность до 3000 м, залегает, причем местами с явными признаками перерыва, на флишоидной песчано-сланцевой серии нижней юры, также несогласно покрывающей (в Сванетии) метаморфизованную дизскую серию (более 3500 м) палеозоя-триаса [3, 6, 8].

Закономерность распределения литофаций и мощностей юрских отложений Западной Грузии и палеотектонические построения позволяют полагать, что в Сатанджойской антиклинали окрибская свита (до 500 м) представлена характерной для нее лагунной литофацией красных и зеленоватых соленосных глин и алевролитов с прослоями песчаников и реже известняков. Она, трансгрессивно покрываясь карбонатной толщей нижнего неокома, несогласно залегает на верхнебайосско-батских регрессивных песчано-глинистых отложениях (до 500 м). Ниже следуют вулканогенные породы (2500 м) порфиритовой серии, покрывающей песчано-сланцевую серию (до 2000 м) лейаса, в свою очередь трансгрессивно залегающую на кристаллических породах доюрского (герцинского) складчатого субстрата Грузинской глыбы [1—3, 8, 9].

Антиклиналь имеет сравнительно интенсивную сжатость и почти симметричное строение со слабовыраженным наклоном на ЗЮЗ, т. е. в сторону Очамчирской депрессии. По сечению р. Ингури ширина антиклинали между ограничивающими ее на ВСВ и ЗЮЗ соответственно Дихазургской и Тагилонской синклиналями составляет 5 км, а ширина ее свода по контуру кровли меловых отложений достигает здесь 2,5 км. При этом углы падения слоев от осевой линии антиклинали в сторону смежных синклиналей вначале увеличиваются от нуля до 40° в верхнемеловых отложениях и до 70° в палеогеновых слоях, а затем сравнительно резко уменьшаются от 60° до нулевых значений в неогеновых слоях обеих синклиналей, что описываемой антиклинали придает сундучную форму. От р. Ингури по обоим направлениям своего простирания антиклиналь, постепенно суживаясь, погружаясь и выполаживаясь, периклинально заканчивается в плиоценовых отложениях у сс. Баши и Квемо-Гумуриши.

Сатанджойская антиклиналь в качестве самостоятельной складки, по-видимому, возникла в конце средней юры, в результате мощной батской орофазы, а затем скачкообразно развивалась в течение всего последующего времени мезо-кайнозоя и окончательно сформировалась в плиоцене и постплиоцене благодаря аттической, роданской и валахской фазам тектонических движений. Неоднократная складчатость гетерогенного мезо-кайнозойского осадочного чехла обусловила формирование дисгармоничной, многоэтажной структуры рассматриваемой антиклинали. При этом она, имея сравнительно глубокое заложение, в общей сложности выполаживается с глубиной и вряд ли находит прямое структурное отражение в подстилающем жестком доюрском субстрате.

Нефтегазопроявления в пределах Сатанджойской антиклинали неизвестны. В глубоких скважинах (1, 3, 4), пробуренных у г. Зугдиди, из неокомских трещиноватых карбонатных пород получены мощные притоки слабоминерализованной термальной воды, что, наряду с неблагоприятными структурными условиями приповерхностной части антиклинали, не позволяет рассчитывать на обнаружение здесь промышленных нефте-газовых залежей в разрезе мела и более молодых слоев. Что касается юрских отложений, с которыми в ряде районов Грузии связаны эффективные нефтегазопроявления [9—11], то они в Сатанджойской антиклинали заслуживают интерес для поисков скоплений нефти и газа. Для этого вывода особо важное значение имеют еще малоизвестные в литературе нефтегазопроявления, которые наблюдались из окрибской свиты в скважинах, пробуренных у сс. Окуми (1, 3, 11), Цаиши (3) и г. Очамчире (1).

Анализ собранного материала о нефтегазоносности юрских отложений Грузии позволяет с коллектороспособными пластами верхнебайосско-батских отложений Сатанджойской антиклинали связывать скопления нефти и газа. Эти отложения залегают здесь в благоприятных структурных условиях на досягаемых для массового бурения скважин глубинах (3—5 км) и под мощной водоупорной окрибской свитой. Не исключена возможность обнаружения залежей нефти и газа и в коллекторах окрибской свиты.

Вышеизложенное позволяет рекомендовать бурение параметрической скважины с глубиной 3000 м в своде Сатанджойской антиклинали, на правом берегу р. Ингури, у с. Оцарце с целью изучения разреза и возможной нефтегазоносности верхнеюрских и верхнебайосско-батских отложений. При положительных результатах бурения и опробования рекомендуемой скважины Сатанджойская антиклиналь, разумеется, будет введена в разведку. В случае же отрицательных результатов опробования коллекторов юрских отложений на нефть и газ в данной скважине при соответствующей ее конструкции из неокомского карбонатного комплекса можно получить мощный фонтанный приток высокотермальной воды.

Грузинское отделение ВНИГНИ
Трест «Грузнефть»

(Поступило 17.4.1975)

გეოლოგია

ე. ვახანია, დ. პაპავა, დ. ვახანია

სატანჯოს ბრაქიანტიკლინი — პერსპექტიული სტრუქტურა ნავთობისა და გაზის ძებნისათვის

რეზიუმე

სატანჯოს ბრაქიანტიკლინის ზედაიურული, ბათური და ზედაბაიოსური ნალექების ჭრილისა და ნავთობ-გაზიანობის შესასწავლად მიზანშეწონილია ამ ნაოჭის თაღში, მდ. ენგურის მარჯვენა ნაპირზე ს. ოცარცესთან გაიბურღოს პარამეტრული ჭაბურღილი 3000 მ სიღრმით.

GEOLOGY

E. K. VAKHANIA, D. Yu. PAPAVA, D. E. VAKHANIA

SATANJO BRACHYANTICLINE—A PROSPECTIVE PETROL- AND GAS-BEARING STRUCTURE

Summary

The authors propose to drill a 3000 m deep parametric well in the vault of the Satanjo brachyanticline, on the right bank of the river Inguri, near the village of Otsartse, with a view to studying the oil and gas-bearing capacity of the Upper Jurassic, Bathonian and Upper Bajocian deposits of this fold.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. К. Вахания. Труды ВНИГНИ, вып. 151, 1973.
2. А. И. Джанелидзе. Сообщения АН ГССР, 1, № 2, 1942.
3. П. Д. Гамкрелидзе. Геология СССР, т. X, Грузинская ССР, ч. 1. М., 1964.
4. А. Л. Цагарели. Верхний мел Грузии. Тбилиси, 1954.
5. М. Ф. Дзвелая. Сб. трудов Геол. ин-та АН ГССР. Тбилиси, 1951.
6. С. Г. Букия. ДАН СССР, т. 100, VI, 1955.
7. Г. С. Дзоценидзе. Труды Ин-та геол. и минерал. АН ГССР. Тбилиси, 1948.
8. И. В. Кахадзе. Труды Геол. ин-та АН ГССР, сер. геол., т. III (VII). Тбилиси, 1947.
9. М. М. Рубинштейн. Геология СССР, т. X, Грузинская ССР, ч. 1, М., 1964.
10. А. Г. Лалиев. Нефт. хоз-во, № 12, 1936.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 552.1+552.32.6

ПЕТРОЛОГИЯ

Г. Д. ДУМБАДЗЕ

К ВОПРОСУ ГЕНЕЗИСА КАВКАЗСКИХ ГИПЕРБАЗИТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 23.3.1975)

Альпинотипные гипербазиты представляют собой наиболее обширную группу ультраосновных пород, происхождение которых увязывается с веществом верхней мантии. На сегодня наиболее распространены магматические и метасоматические концепции генезиса гипербазитов, а также гипотеза кристаллической каши, предполагающая внедрение ультрабазитов в земную кору в виде смеси оливина и межзерновой жидкости. Полученные за последние два десятилетия новые геологические и геофизические данные в области изучения дна океанов и окраин континентов привели исследователей к мнению о том, что движение и внедрение в земную кору вещества гипербазитов, кристаллизующихся из кашеобразного агрегата (тугоплавкого остатка субстрата верхней мантии) уже в верхах верхней мантии, происходят в твердом виде. Основой для создания этой гипотезы послужила возможность сравнения вещества срединно-океанических хребтов с офиолитовыми сообществами складчатых областей, показавшая их аналогию в петрологическом и тектоническом аспектах [1]. Исследования ультрабазитов Главного хребта и анализ литературных данных по смежным регионам Северного Кавказа дают нам возможность интерпретации генезиса большинства гипербазитов Большого Кавказа в свете этой новой гипотезы.

Гипербазиты Большого Кавказа образуют три цепочечно расположенных пояса, которые разобщены палеозойскими и докембрийскими метаморфитами, пространственно совмещаясь с субширотно вытянутыми структурно-фациальными зонами: Бечасынской, Передового хребта и Главного хребта. Наиболее крупные массивы гипербазитов известны в первых двух зонах. Они находятся в сложных взаимоотношениях (тектонические либо повторно-протрузивные контакты) с нижне- и среднепалеозойскими метаморфическими и осадочными толщами, трансгрессивно перекрываются отложениями верхнего палеозоя и юры и прорываются среднепалеозойскими габброидами, диоритами и плагиогранитами. Подавляющее большинство гипербазитов этих зон представлено серпентинитами, среди которых выделяются хризотиловые, антигоритовые и смешанные разности. По реликтовым минералам (оливин, авгит-диаллаговый пироксен, энстатит-бронзит и хромшпинелиды) устанавливается гарцбургит-лерцолитовая, реже пироксенитовая исходная природа серпентинитов.

Гипербазиты зоны Главного хребта образуют маломощные линзы, жилы и согласные тела в интенсивно метаморфизованных толщах докембрия?-нижнего палеозоя, а также ксенолиты — останцы в среднепалеозойских гранитоидах. Как правило, они не затронуты серпентинизацией и представлены пироксенитами, периодитами, дунитами, оливинитами, горнблендитами и эклогитоподобными породами.

В 20-е годы было распространено мнение о единой пироксенитовой родоначальной магме гипербазитов Большого Кавказа [2]. И ныне господствует магматическая концепция: гипербазиты зон Бечасынской и Передового хребта считаются продуктами кристаллизации перидотитовой магмы, а разнообразие ультраосновных пород зоны Главного хребта, тесно ассоциирующих с амфиболитами, по мнению исследователей, связано с дифференциацией Al-содержащей базальтовой магмы [3].

Сравнение гипербазитов Большого Кавказа показывает идентичность средних химических составов (см. таблицу) для зон Бечасынской

Окислы	Тектонические зоны		
	Бечасынская	Передового хребта	Главного хребта
SiO_2	37,34	38,79	40,71
Al_2O_3	1,08	2,54	4,21
Fe_2O_3	6,21	5,19	5,51
FeO	1,49	2,23	3,22
MnO	0,28	0,31	0,15
CaO	1,08	0,88	2,79
MgO	37,18	37,55	32,31
K_2O+Na_2O	0,10	0,12	0,40
H_2O^+	12,76	11,94	7,48

и Передового хребта и резкое отличие от них ультраосновных пород зоны Главного хребта. Это различие хорошо видно и на диаграмме (рис. 1), где фигуративные точки последних, пересчитанные на безводный состав, сильно сдвинуты в область железистых составов. Учитывая

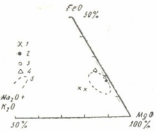


Рис. 1. Диаграмма Э. Бонатти и др. для ультрабазитов дна океана: 1 — теоретические составы пиролита, 2 — среднее из 31 анализа гипербазитов Бечасынской зоны, 3 — то же (из 39 анализов) для зоны Передового хребта, 4 — то же (22 анализа) для зоны Главного хребта, 5 — область развития ультраосновных пород срединно-океанических хребтов

при этом секущие формы залегания, маломощность выходов, отсутствие процессов серпентинизации, тесную связь с амфиболитами, по-видимому, следует согласиться с первично интрузивной природой гипербазитов зоны Главного хребта и допустить их связь с базальтовой магмой. Что же касается гипербазитов зон Бечасынской и Передового хребта, то нижеследующие факты делают, по нашему мнению, неприемлемым допущение кристаллизации их из расплава.

1. Повсеместно наблюдаются сорванные (тектонические) контакты и отсутствуют следы интрузивного (горячего) воздействия гипербазитов на вмещающие образования, что свидетельствует о внедрении первых преимущественно в холодном состоянии.

2. Гипербазиты приурочены либо к границам структурно-фациальных зон, либо трассируют крупные тектонические нарушения внутри первых.

3. Гипербазиты контактируют с породами различного состава и генезиса, что создает произвол при датировке этих пород. Нам кажется, что трудно себе представить петрологически идентичные породы, внедренные в несколько фаз в разные эпохи. Скорее, это одновозрастные образования, тектонически перемещенные в различные структурные этажи. А. В. Пейве [4] считает, что время формирования гипербазитов как породы, независимо от региона, отвечает глубокому докембрию. Прямые определения абсолютного возраста гипербазитов дают разброс цифр от 400 до 2500 млн. лет. В частности, на Большом Кавказе известные серпентиниты с абсолютным возрастом от 640 до 840 млн. лет [5]. Впрочем, эти цифры вызывают определенные сомнения

4. Интенсивная серпентинизация пород.

5. Пространственная связь гипербазитов, габброидов и кремнисто-вулканогенных толщ. На последнем факте следует остановиться особо. Давно известна в зоне Передового хребта ассоциация гипербазитов, габброидов, диоритов и плагиогранитов, выделенная под названием Блыбского комплекса. Гипербазиты являются наиболее древними составляющими, далее следуют габброиды, а наиболее молодые образования — это диориты и плагиограниты, образованные по последним в результате процессов Na-метасоматоза. Возраст кислых пород комплекса, по данным К—Ar-метода отвечает позднему девону. С другой стороны, отмечается тесная связь гипербазитов со среднедевонской карачаевской серией, в составе которой большую роль играют различные эффузивы (подушечные лавы, андезитовые и кварцевые порфириты), пирокластолиты, кремнистые сланцы с радиоляриями и яшмы. Таким образом, в зоне Передового хребта отмечается триада пород — гипербазиты-габбро-эффузивно-кремнистые осадки, характерная для офиолитовых сообществ многих складчатых областей альпийского типа [6]. Имеются геофизические данные, показывающие, что офиолиты Северного Кавказа продолжаются в направлении Крыма, а также восточнее — в сторону Каспия и могут быть увязаны с офиолитовыми поясами соседних регионов [7].

6. Средние безводные составы исследованных гипербазитов хорошо сопоставимы с составами различных ультрабазитов срединно-океанических хребтов (см. рис. 1).

Нам представляется, что вышеприведенные данные по гипербазитам Северного Кавказа (в особенности наличие типично офиолитового сообщества в зоне Передового хребта) свидетельствуют о возможности связи их с древней океанической корой. Гипербазиты, по-видимому, являются фрагментами этой коры, выжатыми и перемещенными в геосинклинальную область в результате тектонических процессов. О крупных субгоризонтальных перемещениях такого рода свидетельствует выявленное в последнее время чешуйчато-надвиговое строение Передового хребта и соответственно наличие в этой зоне ряда тектонических пластин с автономной стратиграфией [8]. Опираясь на геодинамический анализ, В. Е. Хаин высказал мнение о зарождении древних геосинклиналей Кавказа (как байкальской, так и герцинской) на океанической коре, причем основной предпосылкой автора для этого заключения служит наличие серпентинитов и офиолитовых сообществ в структурно-фациальных зонах Большого Кавказа. Автор считает, что полоса выходов серпентинитов намечает древние зоны Беньоффа, с активным развитием которых увязывается также и формирование гранитоидных интрузивов [9]. Отсутствие серпентинитов в зоне Главного надвига, а также своеобразие ультрабазитов зоны Главного хребта не позволяют, как нам кажется, предположить здесь наличие зоны Беньоффа, с которой, как думает В. Е. Хаин, связана средне- верхнепалеозойская и мезозойская гранитоидная активность. По-видимому, в зоне Главного хребта не приходится говорить о признаках существования океанической коры, хотя в несколько ином аспекте было показано, что в кавказском геосинкинальном поясе реликтами древней океанической коры, служившей субстратом для первых вулканогенно-осадочных толщ, являлись исходные породы амфиболитов буульгенской серии зоны Главного хребта [10].

Академия наук Грузинской ССР
Геологический институт

(Поступило 27.3.1975)

პეტროლოგია

გ. დუმბაძე

კავკასიონის ჰიპერბაზიტების გენეზისის საკითხისათვის

რეზიუმე

ჩატარებული კვლევის შედეგად გაკეთებულია დასკვნა, რომ კავკასიონის მთავარი ქედის ზონის ჰიპერბაზიტების წარმოქმნა ბაზალტური მაგმის განვითარებასთანაა დაკავშირებული, ჩრდილო კავკასიაში გავრცელებული ანალოგიური ქანები კი, შესაძლოა, ბაიკალურისწინა ოკეანური ქერქის ფრაგმენტებს წარმოადგენენ.

PETROLOGY

G. D. DUMBADZE

TOWARD THE GENESIS OF THE CAUCASIAN ULTRABASIC ROCKS

Summary

The author's investigations indicate that ultrabasic rocks of the Main Range zone are derivatives of basaltic magma, whereas analysis of the geological data on ultrabasic formations of the Forerange and Betchasyn zones suggests that they represent remnants of an old, probably pre-Baikalian, oceanic crust.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Тез. докл. Международного симпозиума «Офиолиты в земной коре». М., 1973.
2. Н. И. Безбородько. Изв. Донского политехн. ин-та, т. 2, отд. II, 1913.
3. В. В. Плошко. Урушенский комплекс Северного Кавказа. М., 1965.
4. А. В. Пейве. Геотектоника, № 4, 1969.
5. Г. В. Войткевич и др. Тез. докл. IV кенфер. по геологии и полезным ископаемым Северного Кавказа. Ессентуки, 1974.
6. G. Steinmann. Die oph'olitischen Zonen in den Mediterranean Kettengebirgen. 14th Int. Geol. Congress, Madrid, 1926.
7. М. Н. Смирнова. Изв. вузов, Геология и разведка, № 3, 1974.
8. С. М. Кропачев, И. И. Греков. ДАН СССР, 215, № 3, 1974.
9. В. Е. Хаин. Геотектоника, № 1, 1975.
10. Г. М. Заридзе. Сб. «Проблемы строения земной коры и верхней мантии», № 7, М., 1970.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 621.01

МАШИНОВЕДЕНИЕ

Д. С. ТАВХЕЛИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР),
Н. С. ДАВИТАШВИЛИ

УРАВНЕНИЕ ШАТУННОЙ КРИВОЙ СФЕРИЧЕСКОГО КРИВОШИПНО-ПОЛЗУННОГО МЕХАНИЗМА

Рассмотрим сферический кривошипно-ползунный механизм $ABCM$ (рис. 1) и выведем уравнение шатунной кривой указанного механизма.

Длины звеньев механизма l_1, l_2, l_3 a и b выражены сферическими расстояниями, а координаты точки M — географическими координатами u и v.

Из сферического треугольника ABD напишем

$$\cos l_2 \sin u = \sin l_2 \cos u \cos \varphi_2 + \sin BD \cos ADB, \tag{1}$$

а из сферического треугольника BDM —

$$\frac{\sin BD}{\sin \gamma_1} = \frac{\sin a}{\sin BDM} = \frac{\sin a}{\cos ADB}, \quad \sin BD \cos ADB = \sin a \sin \gamma_1. \tag{2}$$

Следовательно, (1) примет вид

$$\cos l_2 \sin u = \sin l_2 \cos u \cos \varphi_2 + \sin a \sin \gamma_1. \tag{3}$$

С другой стороны, рассмотрев сферические треугольники ABD и BDM, напишем

$$\cos l_2 \cos u + \sin l_2 \sin u \cos \varphi_2 = \cos a \cos v + \sin a \sin v \cos \gamma_1. \tag{4}$$

Исключая из уравнений (3) и (4) $\cos \varphi_2$, найдем

$$\cos l_2 = \sin a \sin u \sin \gamma_1 + \cos a \cos v \cos u + \sin a \sin v \cos u \cos \gamma_1. \tag{5}$$

С другой стороны, из рис. 2 и сферического треугольника MCE получим

$$\sin (l_1 - u) = \sin b \sin \gamma \cos \gamma_1 - \sin b \cos \gamma \sin \gamma_1. \tag{6}$$

Из выражения (6) определяются $\cos \gamma_1$ и $\sin \gamma_1$, подставляя которые в уравнение (5), получаем

$$U = W \sin \gamma_1 \text{ и } V = W \cos \gamma_1, \tag{7}$$

где

$$U = \sin b \sin \gamma (\cos l_2 - \cos a \cos u \cos v) + \sin a \sin v \sin (l_1 - u) \cos u;$$

$$V = \sin b \cos \gamma (\cos l_2 - \cos a \cos u \cos v) + \sin a \sin u \sin (l_2 - u);$$

$$W = \sin a \sin b (\sin u \sin \gamma + \sin v \cos u \cos \gamma).$$

Возводя в квадрат и складывая (7), имеем

$$U^2 + V^2 = W^2. \tag{8}$$

Это и есть уравнение (шестнадцатой степени в географических координатах) шатунной кривой сферического кривошипно-ползунного механизма. Следовательно, шатунная кривая — кривая 16-го порядка.

Если сферические расстояния l_i выразить радиусом сферы ρ и соответствующими хордами L_i, тогда при $\rho \to \infty$, как частный случай, получится известное уравнение шатунной кривой плоского кривошипно-ползунного механизма (рис. 2).

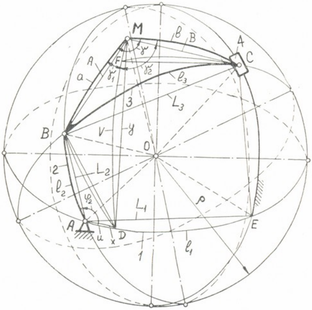


Рис. 1

В этом частном случае вышеполученные выражения примут вид

$$x = L_2 \cos \varphi_2 + A \sin \gamma_1, \tag{9}$$

$$x^2 + L_2^2 - 2\, L_2\, x \cos \varphi_2 = A^2 + Y^2 - 2\, Ay \cos \gamma_1, \tag{10}$$

$$L_2^2 = x^2 + y^2 + A^2 - 2\, Ax \sin \gamma_1 - 2\, Ay \cos \gamma_1, \tag{11}$$

$$(L_1 - x) = B \sin \gamma \cos \gamma_1 - B \cos \gamma \sin \gamma_1, \tag{12}$$

$$U = W \sin \gamma_1 \ \text{и} \ V = W \cos \gamma_1, \tag{13}$$

где

$$U = B \sin \gamma \,(x^2 + y^2 + A^2 - L_2^2) - 2\, Ay\,(L_1 - x);$$

$$V = B \cos \gamma \,(x^2 + y^2 + A^2 - L_2^2) + 2\, Ax\,(L_1 - x);$$

$$W = 2\, AB\,(x \sin \gamma + y \cos \gamma).$$

$$U^2 + V^2 = W^2. \tag{14}$$

Таким образом, выведено уравнение шатунной кривой сферического кривошипно-ползунного механизма.

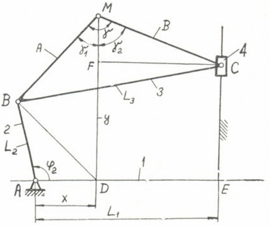


Рис. 2

Полученное уравнение носит общий характер и может быть использовано как для сферического, так и для плоского кривошипно-ползунного механизма.

Грузинский политехнический институт им. В. И. Ленина

Тбилисский филиал ВНИИМа им. Д. И. Менделеева

(Поступило 20.3.1975)

მანქანათმცოდნეობა

დ. თავხელიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. დავითაშვილი

სფერული მრუდმხარა-მცოციანი მექანიზმის ბარბაცოვანი მრუდის განტოლება

რეზიუმე

შრომაში მოცემულია სფერული მრუდმხარა-მცოციანი მექანიზმის ბარბაცოვანი მრუდის განტოლება, რომელიც ზოგად ხასიათს ატარებს და შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც სფერული, ისე ბრტყელი მრუდმხარა-მცოციანი მექანიზმებისათვის.

MACHINE BUILDING SCIENCE

D. S. TAVKHELIDZE, N. S. DAVITASHVILI

THE EQUATION OF THE COUPLER CURVE OF A SLIDER-CRANK SPHERICAL MECHANISM

Summary

The equation of the coupler curve of a slider-crank spherical mechanism is considered. The findings are of general character and can be used for both spherical and slider-crank plane mechanisms.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. И. Артоболевский. Теория механизмов. М., 1965.
2. И. И. Артоболевский, З. Ш. Блох, В. В. Добровольский. Синтез механизмов. М.—Л., 1944.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 621.833.5

МАШИНОВЕДЕНИЕ

Р. Ш. ВАРСИМАШВИЛИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ГРАНИЧНОЙ ЛИНИИ НЕКРУГЛЫХ КОНИЧЕСКИХ КОЛЕС С КРИВОЛИНЕЙНЫМИ ЗУБЦАМИ, ОБРАЗУЕМЫХ ПРИ ОДНОПАРАМЕТРИЧЕСКОМ ОГИБАНИИ

(Представлено академиком Р. Р. Двали 27.2.1975)

В случае нарезания зубчатых колес при некоторых параметрах зацепления зубцы могут быть подрезанными: срезается часть рабочей поверхности зубцов, чем уменьшается ее изгибная прочность. Поэтому до расчета параметров наладки станка для нарезания колес необходимо провести исследование по определению координат граничной линии, которой должна быть ограничена производящая поверхность во избежание подрезания нарезаемой поверхности.

Целью нашей работы является определение координат граничной линии криволинейных зубцов некруглых конических зубчатых колес, образуемых при однопараметрическом огибании. При определении координат граничной линии нами используется метод, изложенный в работе [1], согласно которому для ограничения нарезаемой поверхности от появления узловых точек необходимо из огибаемой поверхности исключить такие точки, в которых

$$\bar{v}_{r1}^{(1)} - \bar{v}_1^{(21)} = 0, \qquad (1)$$

где $\bar{v}_{r1}^{(1)}$ — скорость относительного движения контактной точки по поверхности зубца, $\bar{v}_1^{(21)}$—скорость относительно движения контактной точки.

Для решения поставленной задачи используем уравнение производящей поверхности [2]

$$\begin{aligned} x_1 &= u_1 \cos\alpha - r_u \operatorname{ctg}\alpha, \\ y_1 &= u_1 \sin\alpha \sin(\vartheta_1 - \mu) - b_u \sin\mu, \\ z_1 &= u_1 \sin\alpha \cos(\vartheta_1 - \mu) + b_u \cos\mu, \end{aligned} \qquad (2)$$

уравнение зацепления

$$\frac{d\theta_1}{d\varphi_u} r_u \operatorname{ctg}\alpha \cos\alpha \cos\tau - u_1 \cos\tau - b_u \sin\alpha \cos(\mu - \varphi_u) +$$

$$+ \frac{d\varphi_1}{d\varphi_u} [u_1 \cos\theta_1 \sin\tau - b_u \sin\alpha \cos\theta_1 \sin(\mu - \varphi_u) + b_u \cos\alpha \sin\theta_1 \sin\vartheta_1 -$$

$$- r_u \operatorname{ctg}\alpha \cos\alpha \cos\theta_1 \sin\tau] - b_u \cos\alpha \sin\vartheta_1 = 0 \qquad (3)$$

и уравнение подрезания

$$\cos\alpha\left[(u_1 - r_u \operatorname{ctg}\alpha\cos\alpha)\left(\frac{d\theta_1}{d\varphi_u}\sin\tau + \frac{d\varphi_1}{d\varphi_u}\cos\theta_1\cos\tau\right) +\right.$$

$$\left.+ b_u\cos\alpha\cos\vartheta_1\left(\frac{d\varphi_1}{d\varphi_u}\sin\theta_1 - 1\right)\right]\left[(u_1\sin\alpha\cos(\vartheta_1-\mu) +\right.$$

$$+ b_u\cos\mu)\left(\frac{d\varphi_1}{d\varphi_u}\sin\theta_1 - 1\right) + (u_1\cos\alpha - r_u\operatorname{ctg}\alpha)\left(\frac{d\theta_1}{d\varphi_u}\sin\varphi_u +\right.$$

$$\left.\left.+\frac{d\varphi_1}{d\varphi_u}\cos\theta_1\cos\varphi_u\right)\right] + u_1\sin\alpha\cos\alpha\cos(\vartheta_1-\mu)\left\{(u_1 - r_u\operatorname{ctg}\alpha\cos\alpha)\times\right.$$

$$\times\left[\left(\frac{d\Theta_1}{d\varphi_u}\sin\tau - \frac{d^2\Theta_1}{d^2\varphi_u^2}\cos\tau\right) + \cos\Theta_1\left(\frac{d\varphi_1}{d\varphi_u}\cos\tau + \frac{d^2\varphi_1}{d\varphi_u^2}\sin\tau\right) -\right.$$

$$\left.-\sin\tau\sin\Theta_1\frac{d\varphi_1}{d\varphi_u}\frac{d\Theta_1}{d\varphi_u}\right] - b_u\sin\alpha\left[\left(\frac{d\Theta_1}{d\varphi_1}\sin(\mu-\varphi_u) + \frac{d^2\Theta_1}{d\varphi_u^2}\cos(\mu-\varphi_u)\right) -\right.$$

$$-\cos\Theta_1\left(\frac{d\varphi_1}{d\varphi_u}\cos(\mu-\varphi_u) - \frac{d^2\varphi_1}{d\varphi_u^2}\sin(\mu-\varphi_u)\right) - \frac{d\varphi_1}{d\varphi_u}\frac{d\Theta_1}{d\varphi_u}\sin\Theta_1\sin(\mu-\varphi_u) -$$

$$\left.\left.-\operatorname{ctg}\alpha\sin\vartheta_1\left(\frac{d\varphi_1}{d\varphi_u}\frac{d\Theta_1}{d\varphi_u}\cos\Theta_1 + \frac{d^2\Theta_1}{d\varphi_u^2}\sin\Theta_1\right)\right]\right\} + \sin\alpha\sin(\vartheta_1-\mu)\times \quad (4)$$

$$\times\left[\frac{d\Theta_1}{d\varphi_u}(u_1\sin\alpha\cos\tau + b_u\cos(\mu-\varphi_u)) - \frac{d\varphi_1}{d\varphi_u}\cos\Theta_1(u_1\sin\alpha\sin\tau -\right.$$

$$\left.-b_u\sin(\mu-\varphi_u))\right]\left[u_1\operatorname{ctg}(\vartheta_1-\mu)\left(\frac{d\varphi_1}{d\varphi_u}\cos\Theta_2\sin\tau - \frac{d\Theta_1}{d\varphi_u}\cos\tau\right) -\right.$$

$$-(u_1 - r_u\operatorname{ctg}\alpha\cos\alpha)\left(\frac{d\Theta_1}{d\varphi_u}\sin\tau + \frac{d\varphi_1}{d\varphi_u}\cos\Theta_1\cos\tau\right) -$$

$$\left.-b_u\cos\alpha\cos\vartheta_1\left(\frac{d\varphi_1}{d\varphi_u}\sin\Theta_1 - 1\right)\right] = 0, \quad (4)$$

где u_1, ϑ_1 — параметры конической производящей поверхности. φ_u — угол поворота производящего колеса, α — угол между образующей производящей поверхности и осью его вращения, μ, b_u — координаты центра резцовой головки, r_u — радиус резцовой головки, Θ_1 — угол между образующей некруглого конуса и осью вращения колеса, φ_1 — угол поворота некруглого колеса вокруг своей оси при нарезании зубцов, $\tau = \vartheta_1 - \mu + \varphi_u$.

Для определения зависимостей $\varphi_1 = \varphi_1(\varphi_u)$, $\Theta_1 = \Theta_1(\varphi_u)$ воспользуемся уравнениями [3]

$$\frac{d\varphi_1}{dt} = \frac{d\varphi_u}{dt}\cdot\frac{1}{\sin\Theta_1}, \quad (5)$$

$$\frac{\sin\delta}{i_{12}(\psi_1)+\cos\delta}\cos(\psi_1+\varphi_1)+\operatorname{tg}\Theta_1=0, \tag{6}$$

$$\frac{d}{d\psi_1}\left[i_{12}(\psi_1)\right]\frac{1}{i_{12}(\psi_1)+\cos\delta}\operatorname{tg}(\psi_1+\varphi_1)=0, \tag{7}$$

где $i_{12}(\psi_1)$ — функция передаточного отношения, δ — угол между осями вращения колес, ψ_1 — угол поворота некруглого колеса вокруг своей оси в передаче.

Производные в уравнениях (3), (4) определяются выражениями

$$\frac{d\varphi_1}{d\varphi_u}=\frac{1}{\sin\Theta_1}, \tag{8}$$

$$\frac{d\Theta_1}{d\varphi_u}=\frac{A\sin(\psi_1+\varphi_1)}{[-A\operatorname{tg}\Theta_1\cos(\psi_1+\varphi_1)+1]\sin\Theta_1}, \tag{9}$$

$$\frac{d^2\varphi_1}{d\varphi_u^2}=-B\frac{\cos\Theta_1}{\sin^2\Theta_1}, \tag{10}$$

$$\frac{d^2\Theta_1}{d\varphi_u^2}=\frac{\begin{array}{c}A\cos(\psi_1+\varphi_1)[1-A\operatorname{tg}\Theta_1\cos(\vartheta_1+\varphi_1)]-A\sin(\psi_1+\varphi_1)\times\\ \times\{B[\cos\Theta_1-A\sin\Theta_1\cos(\psi_1+\varphi_1)(2+\operatorname{tg}^2\Theta_1)]+A\operatorname{tg}\Theta_1\sin(\psi_1+\varphi_1)\}\end{array}}{[\sin\Theta_1-A\operatorname{tg}\Theta_1\sin\Theta_1\cos(\psi_1+\varphi_1)]^2}, \tag{11}$$

$$\text{где } A=\frac{\sin\delta}{i_{12}(\psi_1)+\cos\delta}, \qquad B=\frac{d\Theta_1}{d\varphi_u}.$$

Приведенные уравнения решаются следующим образом. Задаемся значением φ_1, из уравнения (7) находим $(\psi_1+\varphi_1)$, а из уравнений (6), (5) вычисляем Θ_1 и φ_1. Уравнения (3), (4) относительно параметров u_1, ϑ_1 решаем при фиксированных значениях угла φ_1.

Подставляя значения u_1, ϑ_1 в выражения (2), определяем координаты граничной линии.

x_1	—15,20	—6,82	—6,00	—55,79	—11,71	—51,49	—42,47
y_1	13,90	11,59	11,59	—96,41	9,74	—12,99	—114,73
z_1	—3,69	59,31	57,85	93,01	51,38	88,06	82,88

x_1	—45,31	—42,62	—9,69	—6,88	—10,23	—2,42
y_1	—36,82	—17,26	—131,56	—136,47	—113,24	—8,74
z_1	—15,62	—0,73	44,92	51,31	—0,34	—2,03

Для примера рассмотрим случай нарезания конических эллиптических зубчатых колес со следующими данными: угол между перекрещивающимися осями $\delta=60°$, эксцентриситет эллипса $e=0{,}2$, число зубцов $z=25$, угол зацепления $\alpha=20°$, радиус резцовой головки $r_u=76{,}2$ мм, координаты центра резцовой головки $b_u=80{,}796$ мм, $\mu=50°35'30''$.

На ЭЦВМ М-222 по вышеприведенным формулам были проведены вычисления (см. таблицу).

По полученным данным, в системе координат, связанной с производящим колесом, построена граничная кривая (рис. 1). Как показывает анализ полученных результатов, при выбранных параметрах передачи зубцы некруглых конических колес не подвергаются подрезанию.

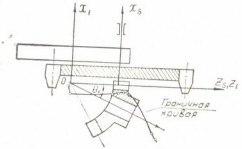


Рис. 1

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 28.2 1975)

მანქანათმცოდნეობა

რ. ვარსიმაშვილი

წრიულკბილებიანი არამრგვალი კონუსური კბილანებისათვის ზღვრული წირის კოორდინატების განსაზღვრა, როდესაც კბილანები მოჭრილია ერთპარამეტრიანი მოვლებით

რეზიუმე

შესწავლილია წრიულკბილებიანი არამრგვალი კონუსური კბილანური გადაცემის კბილების შეჭრის საკითხი, როდესაც კბილები მოჭრილია ერთპარამეტრიანი მოვლებით. განსაზღვრულია ზღვრული წირის კოორდინატები ელიფსური კონუსური კბილანური გადაცემისათვის.

MACHINE BUILDING SCIENCE

R. Sh. VARSIMASHVILI

DETERMINATION OF THE BOUNDARY LINE COORDINATES OF NONCIRCULAR CONIC WHEELS WITH CURVILINEAR TEETH FORMED AT ONE-PARAMETRIC ENVELOPE

Summary

The problem of the undercutting of the teeth of noncircular conic wheels with curvilinear teeth at one-parametric envelope is investigated. Boundary line coordinates for an elliptic conic gear drive are determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. Л. Литвин. Теория зубчатых зацеплений. М., 1968.
2. А. Е. Гуревич, Р. Ш. Варсимашвили. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, 1(174), 1975.
3. Ф. Л. Литвин, Г. А. Лившиц. Машиноведение, № 1, 1963.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲑᲔ, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 621.565.93/94

ТЕПЛОТЕХНИКА

З. Ш. ДАБРУНДАШВИЛИ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РОТОРНО-ДИСКОВОГО АППАРАТА КОНТАКТНОГО ТИПА И ВОЗМОЖНЫЕ ОБЛАСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. И. Гомелаури 25.4.1975)

Проведенные рядом авторов эксперименты выявили целесообразность замены в системах тепловлажностной обработки воздуха оросительных форсуночных камер пленочными, где тепло- и массообмен происходят с более высокой степенью эффективности [1, 2]. Однако одним из недостатков пленочных камер с орошаемой насадкой является нерациональное распределение жидкого теплоносителя по поверхности насадки, заключающееся в наличии зоны орошения и неполном использовании всей поверхности насадки как пленконесущей.

Высшая предельная скорость воздуха для противоточных пленочных аппаратов с орошаемой насадкой, после превышения которой с зоны орошения и воздушных каналов насадки начинается унос взвешенных капель, составляет 3÷4,5 м/сек. При такой скорости коэффициенты тепло- и массообмена не превышают соответственно $\alpha = 25$ ккал/м^{2}час°С и $\beta = 65 \div 70$ кг/м^{2}час·ат [2].

Наряду с этим, может быть создан аппарат ротационного типа, в котором пленкообразующими поверхностями будут являться вращающиеся элементы, обеспечивающие равномерное распределение пленки жидкого теплоносителя по всей поверхности насадки, а допустимая скорость воздуха значительно больше, чем в противоточных камерах с орошаемой насадкой.

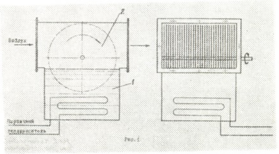


Рис. 1. Роторно-дисковый аппарат: 1 — поддон РДА, 2 — ротор РДА

Лабораторная модель роторно-дискового аппарата (РДА), изображенного на рис. 1, была создана и испытана нами на экспериментальном стенде. Ротор модели аппарата был набран из 13 дисков жесткого, тонкого, биостойкого и хорошо смачиваемого материала — стеклотекстолита. Диаметр дисков 350 мм, толщина 0,6 мм. Шаг между дисками 2 мм. Хорошая смачиваемость поверхностей дисков была достигнута путем их обработки наждачной бумагой. Обработанные таким образом поверхности приобрели искусственную шероховатость, способствующую образованию устойчивой пленки жидкости.

Принципиальная схема экспериментальной установки представлена на рис. 2. В РДА 1 воздух с начальными параметрами омывает смоченные промежуточным теплоносителем (в условиях опытов водой или одним из водных растворов следующих сорбентов: LiCl, $CaCl_2$ и LiBr) поверхности дисков ротора, вращаемого сервомотором 2 с ре-

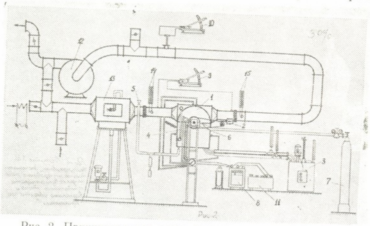


Рис. 2. Принципиальная схема экспериментальной установки: 1 — РДА, 2 — сервомотор, 3 — термостат, 4 — уровнемер, 5 — сообщающийся сосуд, 6 — токосъемник, 7 — баллон, 8 — самопишущий прибор, 9, 10 — микроманометры, 11 — потенциометр, 12 — вентилятор, 13 — подготовительная камера, 14, 15 — сухие и влажные термометры

дуктором. Тепло, необходимое для подогрева промежуточного теплоносителя, подводится горячей водой от термостата 3. Охлаждение промежуточного теплоносителя осуществляется водопроводной водой. Влага, испаряющаяся в РДА и контролируемая по показанию уровнемера 4, компенсируется добавлением водопроводной воды через сообщающийся сосуд 5.

На одном из дисков ротора зачеканены спаи трех хромель-копелевых термопар, припаянных к токосъемнику 6, в котором графитовые щетки прижимаются к контактным кольцам давлением сжатого воздуха, заключенного в баллоне 7. Самопишущий прибор 8, подсоединенный к токосъемнику, измеряет температуру пленки жидкого промежуточного теплоносителя в трех точках, расположенных на разных от центра диска расстояниях.

На основании этих показаний определяется средняя по всей тепломассообменной поверхности температура пленки. Падение давления в аппарате измеряется микроманометром 9, а скорость воздуха — трубкой Пито, присоединенной к микроманометру 10. Температура жидкости в поддоне РДА и воздуха между дисками, измеряется потенциометром 11.

В процессе опытов изучалось влияние на интенсивность процессов тепло- и массообмена следующих факторов: скорости воздуха в живом сечении аппарата, скорости и направления вращения ротора, начальных параметров теплоносителей и концентрации водных растворов разных сорбентов. Опыты показали, что основной величиной, определяющей значения коэффициентов тепло- и массообмена, является скорость воздуха. Графики зависимостей α и β от скорости воздуха приведены на рис. 3 и 4. По данным экспериментальных исследований, скорость воздуха в живом сечении РДА, при которой начинается срыв и унос жидкости с поверхности контакта фаз, находится в диапазоне 7-⁚-10 м/сек вместо 1,8-⁚-3,6 м/сек для форсуночных камер [3], т. е. в 3—4 раза больше, чем в форсуночных, и в 2—3 раза больше, чем в пленочных.

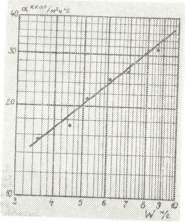


Рис. 3. Зависимость коэффициента теплоотдачи α от скорости воздуха w

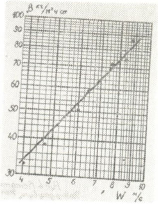


Рис. 4. Зависимость коэффициента массоотдачи β от скорости воздуха w

Как видно из рис. 3 и 4, в РДА $\alpha = 35$-⁚-40 ккал/м²час°C и $\beta = 95$-⁚-100 кг/м²час·ат, что в 1,5 раза больше тех же величин в пленочных противоточных аппаратах.

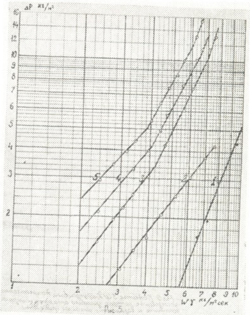


Рис. 5. Зависимость аэродинамического сопротивления ΔP от весовой скорости воздуха $w\gamma$: 1 — РДА, 2 — сухая противоточная насадка сотоблочной структуры, 3, 4 и 5 — противоточная насадка при различных плотностях орошения

Высокие значения α и β делают РДА компактным тепломассообменным аппаратом, позволяющим использовать низкотемпературное тепло. Отсутствие зоны орошения и свободно падающих капель в воздушных каналах дает возможность эксплуатировать аппарат без каплеотбойника. Это обусловливает малое аэродинамическое сопротивление РДА, по сравнению с существующими пленочными камерами, а следовательно, и малый расход электроэнергии на перемещение воздуха. Зависимость этой величины от весовой скорости воздуха в живом сечении аппарата представлена на рис. 5. На этот же график для сравнения нанесены зависимости, полученные В. А. Гоголиным [2] для противоточной камеры при различных плотностях орошения.

РДА можно успешно применять также в целях утилизации низкопотенциального (30—35°C) тепла подземных горячих вод. При этом водоотталкивающий материал дисков не будет корродировать в минерализованной воде. Особенно перспективным является использование РДА в сочетании с тепловым насосом. Конструктивные особенности аппарата допускают его применение для осуществления процессов выпарки, имеющих место в химической, пищевой, фармацевтической и других отраслях промышленности, везде, где происходят одновременно процессы тепло- и массообмена и где жидким теплоносителем могут являться различные растворы, смеси и суспензии со значительно большей вязкостью и агрессивностью, чем вода.

Грузинский НИИ энергетики и
гидротехнических сооружений

(Поступило 25.4.1975)

თბოტექნიკა

ზ. დაბრუნდაშვილი

კონტაქტური ტიპის როტორულ-დისკური აპარატის ექსპერიმენტული გამოკვლევა და მისი გამოყენების შესაძლო სფეროები

რეზიუმე

ექსპერიმენტული გამოკვლევებით დადგენილია, რომ როტორულ-დისკურ აპარატში შესაძლებელია განვითარდეს ჰაერის 2—3-ჯერ მეტი სიჩქარე, ვიდრე არსებულ აფსკურ კამერებში, რაც იწვევს სითბოს და მასის გაცემის კოეფიციენტების 1,5-ჯერ გაზრდას.

HEAT ENGINEERING

Z. Sh. DABRUNDASHVILI

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF A ROTOR-DISK DEVICE AND THE POSSIBLE AREA OF ITS USE

Summary

Experimental investigations have demonstrated that in a rotor-disk device 2-3 times higher velosity may be developed than in the existing film cameras, leading to an increment of the heat and mass transfer coefficients by 1.5 times.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. А. Кремнев, Н. В. Зозуля, М. К. Теренецкая, Б. Н. Процышин, А. С. Гормиз. Сб. «Санитарная техника», вып. III, Киев, 1966.
2. В. А. Гоголин. Холодильная техника, № 5, 1968.
3. А. В. Нестеренко. Основы термодинамических расчетов вентиляции и кондиционирования воздуха. М., 1971.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 669.18:621.746.27

ТЕПЛОТЕХНИКА

Ф. Н. ТАВАДЗЕ (академик АН ГССР), О. Н. КВИРИКАШВИЛИ,
Ю. Е. КАН, М. Ш. МИНДЕЛИ, Г. В. КАШАКАШВИЛИ,
И. С. ЖОРДАНИЯ, З. Т. ГВИТИДЗЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛООТДАЧИ В ЗОНЕ ВТОРИЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ НА РАДИАЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ СТАЛИ

Для широкого внедрения установок непрерывной разливки стали радиального типа необходимо изучить процесс теплоотдачи в зоне вторичного охлаждения. Данных по теплообмену при охлаждении нагретых криволинейных поверхностей струей воды с помощью распылителей в литературе почти нет. Процесс теплоотдачи изучали в лабораторных условиях при моделировании зоны вторичного охлаждения действующей УНРС радиального типа Руставского металлургического завода [1].

Результаты исследования показали, что с увеличением удельного расхода охлаждающей воды удельный тепловой поток и коэффициент теплоотдачи увеличиваются, а перепад температур охлаждающей воды и коэффициент испарения уменьшаются. При одинаковом расходе охлаждающей воды коэффициент испарения, перепад температур воды, тепловой поток и коэффициент теплоотдачи на стороне меньшего радиуса слитка выше, чем на стороне большего радиуса. Отсюда следует, что для обеспечения одинаковых коэффициентов теплоотдачи необходимы различные режимы вторичного охлаждения противоположных криволинейных граней слитка.

В результате обработки экспериментальных данных выявлены следующие эмпирические зависимости для режима вторичного охлаждения:

$$\text{а)}\quad \begin{aligned} x_r &= 13{,}112-0{,}626\ (Q_{\text{в}}/F),\\ x_R &= 10{,}651-0{,}313\ (Q_{\text{в}}/F), \end{aligned} \tag{1}$$

где $(Q_{\text{в}}/F)$ — удельный расход воды, м^3/м$^2\cdot$ч; x_r и x_R — коэффициент испарения соответственно для стороны меньшего r и большего R радиуса, %;

$$\text{б)}\quad \begin{aligned} \Delta t_r &= 53{,}027-2{,}778\ (Q_{\text{в}}/F),\\ \Delta t_R &= 40{,}027-2{,}097\ (Q_{\text{в}}/F), \end{aligned} \tag{2}$$

где Δt_r и Δt_R — перепад температур охлаждающей воды соответственно для r и R, °С;

$$\text{в)}\quad \begin{aligned} \alpha_r &= 63{,}432+43{,}325\ (Q_b/F),\\ \alpha_R &= 23{,}540+46{,}472\ (Q_b/F), \end{aligned} \tag{3}$$

где α_r и α_R — коэффициент теплоотдачи в зоне вторичного охлаждения соответственно для r и R, ккал/(м^2 ч$\cdot$град).

Полученные результаты далее обрабатывались в критериальной форме. Условия гидродинамики в зоне вторичного охлаждения радиальных установок непрерывной разливки стали существенно отличались от имеющихся на вертикальных установках, поэтому непосредственное использование разработанной методики не представлялось возможным.

Критериальное уравнение, определяющее условия теплоотдачи в зоне вторичного охлаждения, обрабатывали в обычной форме $Nu = f(\mathrm{Re})$. При обработке использовали следующие теоретические положения.

Критерий Re согласно [2] в исходной форме равен

$$\mathrm{Re} = \frac{W \cdot \delta_{пл}}{\nu}, \tag{4}$$

где W — скорость стекания пленки, м/сек; $\delta_{пл}$ — толщина пленки, м; ν — коэффициент кинематической вязкости, м^2/сек.

Скорость стекания пленки повышается по мере увеличения расстояния от начала зоны вторичного охлаждения из-за того, что количество воды и толщина пленки постепенно увеличиваются. Скорость W подсчитывается из выражения

$$W = \frac{Q_в}{n\,\delta_{пл} \cdot 3600}, \tag{5}$$

где n — наружный периметр сечения слитка, м; $Q_в$ — расход воды, м^3/час.

Подставляя значение W в уравнение (4), получаем

$$\mathrm{Re} = \frac{Q_в\,\delta_{пл}}{n\,\delta_{пл}\,3600\,\nu} = \frac{Q_в}{n \cdot 3600\,\nu}. \tag{6}$$

Обозначив поверхность слитка через $F = \Pi L$ (L — длина зоны вторичного охлаждения), получим

$$\mathrm{Re} = \frac{L}{3600 \cdot \nu} \cdot \frac{Q_в}{F}. \tag{7}$$

При равномерно распределенной подаче воды на поверхность слитка толщина пленки равна

$$\delta_{пл} = Kl, \tag{8}$$

где l — текущая координата по высоте от начала зоны вторичного охлаждения; K — коэффициент пропорциональности.

В среднем по зоне вторичного охлаждения

$$\delta_{пл} = KL. \tag{9}$$

Последние работы Горьковского политехнического института показали, что на основании указанных соображений в критерии Нусссельта в качестве определяющего размера можно принять величину L [3]:

$$Nu = \frac{\alpha L}{\lambda}. \tag{10}$$

Это подтверждается тем обстоятельством, что в уравнении (7) определяющим размером по существу является также длина L.

Рассмотренная методика может быть использована не только для исследования теплоотдачи по стороне меньшего радиуса, но и с известным приближением для стороны большего радиуса слитка. В последнем случае уравнение (7) приобретает вид

$$\mathrm{Re} = \frac{Q_в}{F} \cdot \frac{L}{3600\nu}\,\varphi, \tag{7a}$$

где φ — относительное количество воды, потерянное из-за гравитационных сил.

На рис. 1 дана зависимость $Nu = f(\mathrm{Re})$, которая подсчитана на основании результатов исследования, полученных на опытной установке, моделирующей зону вторичного охлаждения, при помощи изложенной методики. Теплоотдача по стороне большего радиуса слитка

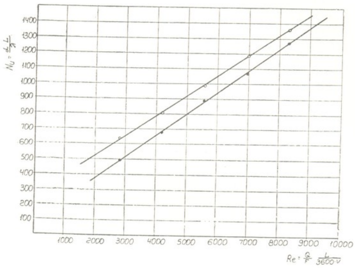


Рис. 1. Зависимость $\mathrm{Nu}=f(\mathrm{Re})$, полученная при моделировании зоны вторичного охлаждения: ●—по стороне меньшего радиуса (r), ○—по стороне большего радиуса (R)

меньше, чем по стороне меньшего радиуса. Относительное количество воды φ может быть подсчитано с помощью графика, представленного на рис. 2.

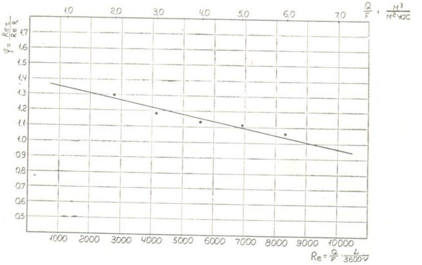


Рис. 2. Зависимость $Nu=f\,(\mathrm{Re})$ для зоны вторичного охлаждения

Принимая $Nu=\mathrm{const}$, получаем

$$\varphi=\frac{\mathrm{Re}\,r}{\mathrm{Re}\,R}\,. \qquad (11)$$

На рис. 2 видно, как изменяется величина φ при разных удельных расходах охлаждающей воды ($Q_в/F$).

Здесь же сопоставлены результаты, полученные на опытной моделирующей зону вторичного охлаждения, и действующей установках, ввиду совмещенной зависимости $Nu=f(\mathrm{Re})$. Коэффициенты теплоотдачи, полученные на модели, усреднены. Как видно из рис. 2, хорошо совпадают результаты модели и действующей установки и все точки укладываются в одну прямую, отвечающую уравнению $Nu=0{,}183\ \mathrm{Re}$. Эта зависимость может быть использована для определения коэффициента теплоотдачи δ ВТ в зоне вторичного охлаждения установок непрерывной разливки стали радиального типа.

Руставский металлургический завод

(Поступило 6.2.1975)

თბოტექნიკა

ფ. თავაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი),
ო. კვირიკაშვილი, ი. კანი, მ. მინდელი, გ. ქაშაკაშვილი, ი. ჟორდანია,
ზ. გვიტიძე

თბოგადაცემის პროცესის გამოკვლევა მეორადი გაცივების ზონაში ფოლადის უწყვეტი ჩამოსხმის რადიალურ დანადგარზე

რეზიუმე

გამოკვლეულია ფოლადის უწყვეტი ჩამოსხმის რადიალური დანადგარის თბოგადაცემის პროცესი მეორადი გაცივების სისტემაში. განსაზღვრულია თბოგადაცემის კოეფიციენტები ზოდის რადიალური მხარეებისათვის ცალ-ცალკე. თბოგადაცემის პროცესის გამოკვლევის შედეგები დამუშავებულია კრიტერიალურ ფორმაში.

HEAT ENGINEERING

F. N. TAVADZE, O. N. KVIRIKASHVILI, I. E. KAN, M. Sh. MINDELI, G. V. KASHAKASHVILI, I. S. ZHORDANIA, Z. T. GVITIDZE

INVESTIGATION OF THE HEAT TRANSFER PROCESS IN THE SECONDARY COOLING ZONE ON A RADIAL-TYPE CONTINUOUS STEEL CASTING PLANT

Summary

The heat transfer process in the secondary cooling zone of a radial type CSCP has been investigated. Heat transfer coefficients have been determined individually for the curved sides of the cast ingot. The results of the investigation of the heat transfer process are presented in a criterion form.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. Н. Квирикашвили, В. Т. Сладкоштеев. Техническая информация. ГрузНИИ (Тбилиси), № 3, 1970.
2. М. Я. Кирпичев. Теория подобия. М., 1953.
3. А. Д. Акименко, А. А. Скворцов, Е. М. Китаев. Труды Горьковского политехн. ин-та, т. XXVI, вып. 2, 1970.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 621.314.6

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

А. К. КОТИЯ, Г. В. ВАДАЧКОРИЯ

ТРЕХФАЗНЫЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 22.4.1975)

В [1] показано, что метод узлового напряжения дает возможность синтезировать однофазные схемы параметрического источника тока (ПИТ) по многолучевой двухузловой схеме, наиболее простым вариантом которой является трехлучевая схема, представленная на рис. 1, где Z_H — сопротивление нагрузки; Z_L и Z_C — равные по величине и противоположные по характеру индуктивные и емкостные сопротивления.

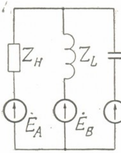


Рис. 1

Согласно условию (2) и формуле (3), приведенным в [1], можно осуществить шесть вариантов схемы ПИТ при трехлучевом исполнении по следующей таблице:

№ варианта	E_A	E_B	E_C
1	+	+	+
2	—	+	+
3	+	+	—
4	+	—	+
5	—	+	—
6	—	—	+

В таблице знак (—) означает, что для данного варианта в схеме рис. 1 отсутствует соответствующий источник э. д. с.

Очевидно, что с помощью каждого однофазного варианта схемы можно построить соответствующий трехфазный ПИТ, образованный путем включения трех однофазных схем с циклическим смещением на угол $2\pi/3$.

Трехфазные ПИТ, построенные на основе однофазных ПИТ с тремя (вариант 1) и с одним (варианты 5 и 6) источниками э. д. с., известны и подробно исследованы в [2—4].

Трехфазные ПИТ, построенные на основе однофазных ПИТ с двумя источниками э.д.с. (варианты 2, 3 и 4), в общем могут быть схематично представлены так, как показано на рис. 2.

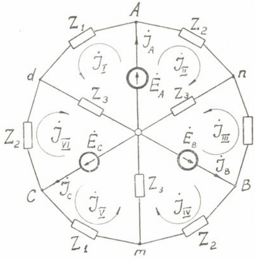


Рис. 2

В случае, когда $Z_3 = Z_H$, получается трехфазная схема, построенная на основе варианта 2 однофазного ПИТ. Преобразователь на рис. 2 при $Z_3 = Z_C$ можно рассматривать как комбинацию трех однофазных схем по варианту 3. При $Z_3 = Z_L$ получается трехфазная схема ПИТ, образованная путем включения трех однофазных схем по варианту 4.

Уравнения, составленные по методу контурных токов например, для первого и шестого контуров, будут

$$\begin{aligned} \dot{E}_A &= (Z_1 + Z_3)\dot{J}_I + Z_3\dot{J}_{VI}, \\ \dot{E}_C &= Z_3\dot{J}_I + (Z_2 + Z_3)\dot{J}_{VI}. \end{aligned} \tag{1}$$

откуда в случае симметричных э. д. с. имеем

$$\dot{J}_I = \dot{E}_A \frac{aZ_3 - Z_2 - Z_3}{Z_3^2 - (Z_1 + Z_3)(Z_2 + Z_3)}, \tag{2}$$

$$\dot{J}_{VI} = \dot{E}_A \frac{Z_3 - a(Z_1 + Z_3)}{Z_3^2 - (Z_1 + Z_3)(Z_2 + Z_3)}. \tag{3}$$

Очевидно, что в силу симметрии схемы справедливы следующие соотношения между контурными токами: $\dot{J}_{II} = a^2\dot{J}_{VI}$, $\dot{J}_{III} = a^2\dot{J}_I$, $\dot{J}_{IV} = a\dot{J}_{VI}$, $\dot{J}_V = a\dot{J}_I$. Это обстоятельство позволяет легко определить значение токов, действующих в других контурах:

$$\dot{J}_{II} = \dot{E}_A \frac{a^2 Z_3 - Z_1 - Z_3}{Z_3^2 - (Z_1 + Z_3)(Z_2 + Z_3)}, \tag{4}$$

$$\dot{J}_{III} = \dot{E}_A \, \frac{Z_3 - a^2 (Z_2 + Z_3)}{Z_3^2 - (Z_1 + Z_3)(Z_2 + Z_3)}, \tag{5}$$

$$\dot{J}_{IV} = \dot{E}_A \, \frac{aZ_3 - a^2 (Z_1 + Z_3)}{Z_3^2 - (Z_1 + Z_3)(Z_2 + Z_3)}, \tag{6}$$

$$\dot{J}_{V} = \dot{E}_A \, \frac{a^2 Z_3 - a (Z_2 + Z_3)}{Z_3^2 - (Z_1 + Z_3)(Z_2 + Z_3)}. \tag{7}$$

Полученные выражения для контурных токов дают возможность определить токи на входе и в ветвях преобразователей с сопротивлениями Z_3:

$$\dot{J}_{A} = - \dot{E}_A \, \frac{Z_1 + Z_2 + 3 Z_3}{Z_3^2 - (Z_1 + Z_3)(Z_2 + Z_3)}, \tag{8}$$

$$\dot{J}_{B} = a^2 \dot{J}_A, \quad \dot{J}_C = a \dot{J}_A, \tag{9}$$

$$\dot{J}_{on} = \dot{E}_A \, \frac{Z_1 + a^2 Z_2}{Z_1 Z_2 + Z_3 (Z_1 + Z_2)}, \tag{10}$$

$$\dot{J}_{0m} = a \dot{E}_A \, \frac{aZ_1 + Z_2}{Z_1 Z_2 + Z_3 (Z_1 + Z_2)}, \tag{11}$$

$$\dot{J}_{0d} = \dot{E}_A \, \frac{aZ_1 + Z_2}{Z_1 Z_2 + Z_3 (Z_1 + Z_2)}. \tag{12}$$

После этого легко определяются также токи в остальных ветвях.

Система уравнений (10÷12) показывает, что если в качестве нагрузки принята $Z_H = Z_3$, то ток нагрузки трехфазного преобразователя не будет зависеть от сопротивления нагрузки, если выполнено условие

$$Z_1 + Z_2 = 0. \tag{13}$$

Таким образом, при соблюдении условия (13) схема рис. 2 по отношению к ветвям с сопротивлениями Z_3 является преобразователем системы трехфазного напряжения в систему трехфазного источника тока.

Согласно выражениям (3), (4) и (6), схема рис. 2 характеризуется аналогичным свойством по отношению к ветвям An, Bm, Cd при соблюдении условия

$$Z_1 + Z_3 = 0. \tag{14}$$

Если в данном случае принять, что $Z_3 = Z_C$, то преобразователь по схеме рис. 2 следует рассматривать как комбинацию трех однофазных схем ПИТ по варианту 3, а при $Z_3 = Z_L$ — по варианту 4.

По выражениям (2), (5) и (7) схема рис. 2 является параметрическим источником тока и в том случае, когда трехфазная нагрузка включается в ветви с сопротивлениями Z_1. В этом случае требуется, чтобы

$$Z_2 + Z_3 = 0. \tag{15}$$

Следует отметить, что условия (14) и (15) равноценны и указывают на то, что при обмене местами включения трехфазной нагрузки и преобразующих элементов одного характера основное свойство преобразователя не изменяется. Из полученных условий (13), (14) и (15) следует также, что свойства преобразователя сохраняются и при циклическом обмене местами включения преобразующих элементов разного характера.

Таким образом, по рис. 2 можно построить три варианта схемы трехфазного параметрического источника тока, образованных комбинацией трех однофазных схем с двумя источниками э.д.с.

Приведенные выше соотношения для токов позволяют из указанных вариантов ПИТ выделить преобразователи с желаемыми свойствами для каждого конкретного случая их применения. При разделении нейтральных точек источников э. д. с. и ветвей с сопротивлением Z_3 основное свойство преобразователей не изменяется. В данном случае при $Z_3 = Z_H$ получается трехфазная, так называемая безтрансформаторная схема Штейнметца.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 24.4.1975)

ელექტროტექნიკა

ა. კოტია, გ. ვადაჭკორია

სამფაზა პარამეტრული დენის წყაროები

რეზიუმე

მოცემულია სამფაზა პარამეტრული დენის წყაროს სამი ვარიანტი, რომლებიც მიღებულია ორი კვების წყაროს შემცველი სამი სამსხივიანი ერთფაზა პარამეტრული დენის წყაროების კომბინაციით.

ELECTROTECHNICS

A. K. KOTIA, G. V. VADACHKORIA

THREE-PHASE PARAMETRIC CURRENT SOURCES

Summary

Three variants of three-phase parametric current sources obtained by combining three three-beam single-phase parametric current sources with two feed sources are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. К. Котия, Г. В. Вадачкория. Сообщения АН ГССР, 75, № 2, 1974.
2. А. Н. Милях, Б. Е. Кубышин, И. В. Волков. Индуктивно-емкостные преобразователи источников напряжения в источники тока. Киев, 1964.
3. Б. В. Михайлов. Труды МЭИ, Электротермические установки, вып. 166. М., 1973.
4. А. Д. Свенчанский, К. Д. Гуттерман. Электротермия, № 12, 1963.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 621.313.34—12.001.5

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Ю. С. ФУРСИН, Э. С. ГОНИАШВИЛИ

ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА И РАБОТЫ ПРЕЦИЗИОННОГО ЛИНЕЙНОГО ШАГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

(Представлено членом-корреспондентом академии В. К. Чичинадзе 12.4.1975)

В настоящее время широкое распространение получили устройства прецизионного поступательного перемещения исполнительного механизма с точностью 10—20 мкм. К ним могут быть отнесены приводы каретки самописцев, фокусирующих оптико-механических устройств, маломощных роботов-манипуляторов с цифровым программным управлением, развитие которых в значительной мере определяет новый уровень автоматизации производства.

Известные конструкции линейных шаговых двигателей (ДШЛ) [1] не позволяют реализовать прецизионные движения указанной точности в сочетании с высокими скоростями движения. Повышение точности отработки перемещений в ДШЛ индукторного типа возможно путем увеличения полюсности. Указанное обстоятельство следует из соотношения

$$\Delta_z = \frac{\tau_z}{n}, \tag{1}$$

где Δ_z — поступательный шаг двигателя; τ_z — зубцовое деление статора; n — число тактов в цикле коммутации.

Однако такой подход встречает трудности технологического характера: для получения дискретности в 50 мкм при распространенной четырехтактной системе коммутации толщина элементарного пакета статора должна составлять 200 мкм. С другой стороны, в режиме быстрых перемещений такие конструкции ДШЛ с шагом в 10—20 мкм требуют очень высоких частот коммутации, затрудняющих реализацию электронного блока управления.

В предлагаемой статье рассмотрена новая, двухпакетная конструкция линейного шагового двигателя, приспособленная для решения поставленных задач. В основу разработанного двигателя, снабженного опорами с двумя степенями свободы, положен принцип управляемого магнитного винта (рис. 1).

Общая цилиндрическая поверхность безобмоточного якоря 1 содержит винтовую 2 и продольную 3 системы зубцов. Винтовая зона 2, выполненная в виде двухзаходного червяка, охвачена кусочно-кольцевыми зубцами 4 статора 5. Статор 5 имеет продольные полюсы 6 с фазными обмотками 7. Эту часть двигателя, представляющую собой ДШЛ с винтовым якорем, назовем линейной частью.

Продольная система зубцов 3 якоря 1 охвачена продольной гребенчатой системой зубцов 8 статора 9. Зубцы статора на каждом из полюсных выступов выполнены симметрично относительно осей полюсов 10, а расположение самих полюсов подчинено условию центральной симметрии. В пазы статора уложены секции многофазной обмотки 11. Эту часть двигателя, представляющую собой вращающийся индукторный ШД, назовем поворотной частью.

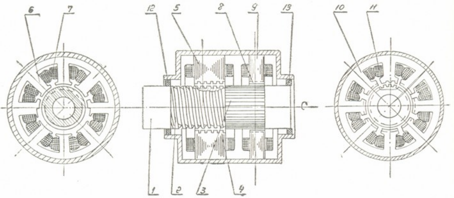


Рис. 1

Внешние команды, сообщаемые управляющим устройством линейной и поворотной частям двигателя, могут быть представлены функциями времени или номера команды [2]:

$$\gamma_z = \alpha \quad 1_z(t) = \alpha \quad 1(N_z) = \alpha N_z,$$

$$\gamma_\theta = \alpha \quad 1_\theta(t) = \alpha \quad 1(N_\theta) = \alpha N_\theta,$$

где $\alpha = \dfrac{2\pi}{n}$ — электрический шаг, совпадающий для линейной и поворотной частей двигателя при избранной одинаковой системе коммутации; N_z, N_θ — числа команд по линейной и поворотной частям двигателя.

Работа двигателя при переключении обмоток линейной части $\gamma_z = var$ с отключенной поворотной частью сопровождается возникновением восстанавливающей силы, имеющей две компоненты [3]. Под действием этих сил якорь двигателя стремится устранить возникшее рассогласование поступательно-поворотным движением, при этом каждое из движений лишь частично покрывает собой рассогласование, внесенное электрической командой. Если при этом на одну из степеней свободы движения положены связи, то якорь восстанавливает состояние устойчивого равновесия разрешенным видом движения. Величина поступательного шага определяется согласно выражению (1).

В рассматриваемой конструкции ограничение на неконтролируемое поворотное движение достигается возбуждением поворотной части. Если при этом обмотки поворотной части не коммутируются $\gamma_\theta = \mathrm{const}$, то возникает статический синхронизирующий момент $M_\theta^{*} = M_{\max} \sin \Theta$, уравновешивающий тангенциальную реакцию линейной части двигателя, где $M'_{\max}$ — максимальный статический синхронизирующий момент, развиваемый поворотной частью двигателя; Θ — электрическая угловая координата.

Условием надежной фиксации углового положения якоря является

$$F_{\theta\max} \frac{D}{2} \leqslant M_{\max}, \tag{2}$$

где $F_{\theta\max}$ — амплитудное значение тангенциальной составляющей результирующей силы; D — диаметр якоря.

Рассмотрим работу двигателя при фиксированном включении линейной части ($\gamma_z = \mathrm{const}$) и принудительном повороте тела якоря на угол $\Theta_{\text{мех}} = \dfrac{2\pi}{nz_r}$ вращающимся ШД ($\gamma_\theta = var$), где $\Theta_{\text{мех}}$—механический угол поворота; z_r—число продольных зубцов якоря.

В этом случае возникшее электрическое рассогласование в линейной части двигателя $Z = S\Theta_{\text{мех}}$ вызовет осевую восстанавливающую силу, под действием которой якорь переместится на величину

$$Z_{\text{мех}} = \frac{\tau_z}{2\pi} Z = \frac{S\tau_z}{2\pi} \Theta_{\text{мех}}, \tag{3}$$

где Z — электрическая линейная координата; S — число заходов винтового якоря.

Соотношение (3) показывает, что при $\gamma_z = \mathrm{const}$ и $\gamma_\theta = var$ поворот якоря сопровождается редуцированным поступательным перемещением с шагом, равным

$$\Delta_{z\theta} = \frac{S\tau_z}{nZ_r}. \tag{4}$$

«Грубый» Δ_z и «точный» $\Delta_{z\theta}^{m}$ шаги двигателя определяют собой коэффициент электромеханической редукции двигателя:

$$i = \frac{\Delta_{z\theta}}{\Delta_z} = \frac{S}{Z_r}. \tag{5}$$

При одновременной коммутации обмоток линейной и поворотной частей двигателя, т. е. при $\gamma_z = var$, $\gamma_\theta = var$, якорь двигателя выполняет роль дифференциала, суммируя собственно поступательное перемещение с дискретностью Δ_z и вращательное движение, преобразованное в поступательное с дискретностью $\Delta_{z\theta}$ по закону

$$Z_{\text{мех}} = N_z \Delta_z \pm N_\theta \Delta_{z\theta}. \tag{6}$$

Большая часть потребованного перемещения, пропорциональная целому числу грубых шагов, отрабатывается линейной частью, чем и достигается высокое быстродействие. Остаток же в виде некоторого числа точных шагов отрабатывается поворотной частью, чем обеспечивается точность позиционирования.

Рассмотренный двигатель при наличии управляющего устройства, реализующего управление по двум координатам, позволяет решить поставленные задачи в ограниченном диапазоне частот управляющих импульсов.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 17.4.1975)

ელექტროტექნიკა

ი. ფურსინი, ე. ღონიაშვილი

პრეციზიული წრფივი ბიჯური ძრავის მოწყობისა და მუშაობის თავისებურება

რეზიუმე

განხილულია წრფივი ბიჯური ძრავის ახალი კონსტრუქცია, რომელიც საშუალებას გვაძლევს განვახორციელოთ მაღალი სიზუსტის გადატანითი მოძრაობა (10—20 მკმ), მაღალი სწრაფმოქმედებით (0,3—0,4 მ/წმ), მართვის იმპულსების სიხშირის შეზღუდულ დიაპაზონში.

ELECTROTECHNICS

Yu. S. FURSIN, E. S. GONIASHVILI

PECULIARITIES OF DESIGN AND OPERATION OF PRECISION LINEAR STEP-BY-STEP ENGINE

Summary

A new construction of linear step-by-step engine allowing to realize precision forward motion (10—20 mkm) combined with high speed (0.3-0.4m/sec.) in a limited frequency range of control pulses has been investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Г. Чиликин, Б. А. Ивоботенко, В. Е. Маханьков. Труды МЭИ, № 187, 1972.
2. Б. А. Ивоботенко и др. Дискретный электропривод с шаговыми двигателями. М., 1970.
3. Ю. С. Фурсин, Б. А. Ивоботенко, В. Е. Луценко. Тез. докл. на I Всесоюзной конференции по электроприводам с линейными электродвигателями. Киев, 1973.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 621.3.01

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

М. С. ДИДИДЗЕ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И ПИТАЮЩИХ ИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 15.12.1974)

Повышение коэффициента мощности промышленных электротехнических установок эффективно в тех случаях, когда оно приводит к уменьшению непроизводительных потерь электрической мощности, а следовательно, к экономии электрической энергии в энергетических системах промышленных предприятий.

Исходя из этого для анализа эффективности повышения коэффициента мощности целесообразно ввести понятия обобщенных энергетических показателей и характеристик асинхронных двигателей и питающих их трансформаторов как основных приемников трехфазного переменного тока на промышленных предприятиях [1].

В самом деле, потери активной мощности в энергетичекой системе зависят от квадрата сил токов приемников, а токи — от произведения коэффициентов полезного действия и мощности при данных нагрузочных режимах приемников и напряжениях на их зажимах.

Поэтому под обобщенным энергетическим показателем трехфазного двигателя (Э) можно подразумевать произведение коэффициента полезного действия (η) на коэффициент мощности ($\cos\varphi$), т. е.

$$Э = \eta \cdot \cos\varphi = \frac{P_п}{P} \cdot \frac{P}{S} = \frac{P_п}{S} = \frac{P_п}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{P_п}{3UI}, \tag{1}$$

где $P_п$ — полезная механическая мощность на валу двигателя; S — полная электрическая мощность двигателя, а P и Q — ее активная и реактивная составляющие; U и I — фазные напряжение и ток в цепи статора.

Зависимость обобщенного энергетического показателя (Э) от коэффициента нагрузки на валу двигателя (к), т. е. Э (к) может быть названа обобщенной энергетической характеристикой асинхронного двигателя и представлена соотношением

$$Э(k) = \eta(k) \cdot \cos\varphi(k) = \frac{P_п(k)}{S(k)}, \tag{2}$$

где $k = \frac{P_п}{P_N}$; P_N — номинальная механическая мощность двигателя; $\eta(k)$ и $\cos\varphi(k)$ — зависимости коэффициентов полезного действия и мощности от того же коэффициента нагрузки двигателя (k).

По аналогии с асинхронным двигателем можно ввести понятие обобщенных энергетических показателя ($Э_T$) и характеристики $Э_T(\beta)$ трехфазного трансформатора, питающего асинхронные двигатели:

$$Э_T = \eta_T \cdot \cos\varphi_T = \frac{P_{пт}}{P_T} \cdot \frac{P_T}{S_T} = \frac{P_{пт}}{S_T}, \tag{3}$$

$$Э_T(\beta) = \eta_T(\beta) \cdot \cos\varphi_T \beta = \frac{P_{пт}(\beta)}{S_T(\beta)}, \tag{4}$$

где η_T—коэффициент полезного действия трансформатора; $\cos\varphi_T$—коэффициент мощности с первичной стороны; $P_{пт}$—полезная активная электрическая мощность, выдаваемая трансформатором; P_T—активная электрическая мощность, подводимая к нему из сети; S_T—полная электрическая мощность трансформатора, подводимая из сети; $\beta = \dfrac{I_2}{I_{2N}}$ — коэффициент нагрузки трансформатора; I_2—вторичный ток нагрузки трансформатора, а I_{2N}—номинальный вторичный ток.

Если принять во внимание, что повышение коэффициента мощности является не самоцелью, а средством достижения экономичности электротехнических установок, то становится очевидной необходимость повышения их обобщенных энергетических показателей в качестве первоочередной задачи проблемы экономии электрической энергии на промышленных предприятиях.

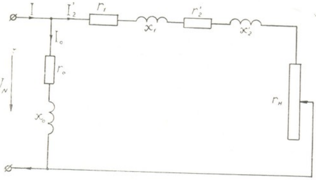


Рис. 1

В основу вывода расчетных формул обобщенных энергетических показателей асинхронных двигателей кладется упрощенная электрическая схема замещения асинхронного двигателя (рис. 1), где U_N—номинальное фазное напряжение двигателя; I—действующее значение фазного тока статора; I_0—действующее значение тока холостого хода; I'_2—действующее значение приведенного тока ротора; r_0 и x_0—активное и реактивное сопротивления, характеризующие ток холостого хода по величине и фазе; r_1 и x_1—активное и реактивное сопротивления одной фазы обмотки статора; r'_2 и x'_2—приведенные активное и реактивное сопротивления одной фазы обмотки ротора; $r_н = r'_2 \dfrac{1-s}{s}$ — активное нагрузочное сопротивление, эквивалентное полезной мощности двигателя; s—скольжение.

На основании схемы замещения (рис. 1) уравнения баланса активной (P) и реактивной (Q) мощностей нагруженного асинхронного двигателя могут быть представлены в следующем виде [2]:

$$P = p_0 + (p_N - p_0)\,k^2 + P_N\,k, \tag{5}$$

$$Q = Q_0 + (Q_N - Q_0)\,k^2, \tag{6}$$

где $p_0 = 3\,I_0^2\,r_0$—потери активной мощности при холостом ходе двигателя; $p_N = 3\,I_0^2\,r_0 + 3\,I'^2_{2N}(r_1 + r'_2)$—потери активной мощности при номинальной нагрузке двигателя; $Q_0 = 3\,I_0^2\,x_0$—реактивная мощность холостого хода двигателя; $Q_N = 3\,I_0^2\,x_0 + 3\,I'^2_{2N}(x_1 + x'_2)$—номинальная реактивная мощность двигателя.

Если через $r_э$ обозначить практически не зависящее от нагрузки эквивалентное активное сопротивление на фазу двигателя, соответствующее параметрам схемы замещения, то суммарные потери активной мощности двигателя (p) представятся выражением

$$p = 3I^2 r_э = 3I_0^2 r_э + 3(I_N^2 - I_0^2) r_э k^2. \tag{7}$$

Отсюда получается весьма важная зависимость тока статора от коэффициента нагрузки двигателя:

$$I = \sqrt{I_0^2 + (I_N^2 - I_0^2)k^2}, \tag{8}$$

где I_N — номинальный ток статора.

И наконец, на основании (1, 2, 5, 6, 8) получаются искомые расчетные формулы обобщенных энергетических показателей асинхронных двигателей в зависимости от коэффициента нагрузки двигателя (k):

$$Э = \frac{P_N k}{3U_N\sqrt{I_0^2+(I_N^2-I_0^2)k^2}} = Э_N \frac{k}{\sqrt{i_0^2+(1-i_0^2)k^2}}, \tag{9}$$

где $Э_N = \dfrac{P_N}{3U_N I_N}$ — номинальный обобщенный энергетический показатель асинхронного двигателя; $i_0 = \dfrac{I_0}{I_N}$ — кратность тока холостого хода по отношению к номинальному току двигателя. Приняв во внимание соотношения (3, 4), получаем аналогичные расчетные формулы обобщенных энергетических показателей трансформаторов в зависимости от коэффициента нагрузки трансформатора (β):

$$Э_т = \frac{S_{NT}\cos\varphi_2\,\beta}{3U_{NT}\sqrt{I^2_{от}+(I^2_{NT}-I^2_{от})\beta^2}} = Э_{NT}\frac{\beta}{\sqrt{i^2_{от}+(1-i^2_{от})\beta^2}}, \tag{10}$$

где S_{NT} — номинальная электрическая мощность трансформатора; U_{NT} — номинальное первичное фазное напряжение; I_{NT} — номинальный первичный ток; $I_{от}$ — ток холостого хода; $\cos\varphi_2$ — заданный коэффициент мощности со вторичной стороны; $p_{от}$ — потери активной мощности при холостом режиме, а p_{NT} — при номинальном режиме трансформатора; $Q_{от}$ — реактивная мощность при холостом режиме, а Q_{NT} — при номинальном режиме трансформатора; $i_{от} = \dfrac{I_{от}}{I_{NT}}$ — кратность тока холостого хода по отношению к номинальному току трансформатора; $Э_{NT} = \dfrac{S_{NT}\cos\varphi_2}{3U_{NT}I_{NT}}$ — номинальный обобщенный энергетический показатель трансформатора.

Оценку эффективности повышения коэффициента мощности естественным путем (без применения специальных компенсирующих устройств) можно производить с помощью обобщенных энергетических показателей асинхронных двигателей и питающих их трансформаторов.

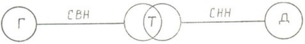


Рис. 2

Для этого достаточно выразить потери активной мощности в характерных звеньях энергетической системы, представленной схематически на рис. 2 и содержащей следующие объекты: электрический генератор (Г), сеть высокого напряжения (СВН), трансформатор (Т), сеть низкого напряжения (СНН), асинхронный двигатель (Д).

Потери активной мощности (р) в асинхронном двигателе при любой его нагрузке, не превышающей номинальной;

$$p = 3\,I^2 r_э = 3\left(\frac{P_N k}{3\,U_N Э}\right)^2 \cdot \frac{p_N}{3\,I_N^2} = p_N\left(\frac{Э_N k}{Э}\right)^2 \cdot \qquad (11)$$

Потери активной мощности ($p_{сн}$) в электрической сети низкого напряжения от асинхронного двигателя до питающего трансформатора

$$p_{сн} = 3\,I^2\,r_{сн} = \frac{r_{сн}}{3\,U_N^2}\left(\frac{P_п}{Э}\right)^2, \qquad (12)$$

где $r_{сн}$ — активное сопротивление одного провода сети низкого напряжения.

Потери активной мощности ($p_т$) в трансформаторе при любой его нагрузке, не превышающей номинальной,

$$p_т = 3\,I^2 r_{эт} = 3\left(\frac{S_{NT}\cos\varphi_2\,\beta}{3\,U_{NT}\,Э_т}\right)^3 \cdot \frac{p_{NT}}{3I_{NT}^2} = p_{NT}\left(\frac{Э_{NT}\,\beta}{Э_т}\right)^2, \qquad (13)$$

где $r_{эт}$ — эквивалентное активное сопротивление на фазу трансформатора.

Потери активной мощности ($p_{св}$) в электрической сети высокого напряжения от трансформатора до генератора

$$p_{св} = 3\,I_T^2\,r_{св} = \frac{r_{св}}{3\,U_{NT}^2}\left(\frac{P_{пт}}{Э_т}\right)^2, \qquad (14)$$

где $r_{св}$ — активное сопротивление одного провода сети высокого напряжения.

Следовательно, для оценки эффективности того или иного мероприятия по повышению коэффициента мощности необходимо в каждом конкретном случае производить сравнительный анализ непроизводительных потерь активной мощности или энергии по энергетической системе в целом.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 4.4.1975)

ელექტროტექნიკა

მ. დიდიძე

ასინქრონული ძრავების და მათი მკვებავი ტრანსფორმატორების სიმძლავრის კოეფიციენტის ამაღლების ეფექტურობა

რეზიუმე

მოცემულია ასინქრონული ძრავების და მათი მკვებავი ტრანსფორმატორების სიმძლავრის კოეფიციენტის ამაღლების ეფექტურობის ანალიზი სამრეწველო საწარმოებში ელექტრული ენერგიის ეკონომიის პრობლემის თვალსაზრისით.

ELECTROTECHNICS

M. S. DIDIDZE

EFFICIENCY OF INCREASING THE POWER COEFFICIENT OF ASYNCHRONOUS MOTORS AND FEEDING TRANSFORMERS

Summary

The efficiency of increasing the power coefficient of asynchronous motors and feeding transformers from the standpoint of the problem of electric power economy at industrial enterprises is analyzed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. С. Дидидзе. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 1 (165), 1974.
2. Труды научно-технического совещания по поевышению коэффициента мощности. Л., ВНИТОЭ, 1953.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 631.4

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Д. В. ЛОМИДЗЕ

ДИНАМИКА CO_2 В ПОЧВЕННОМ ВОЗДУХЕ БУРЫХ ГОРНО-ЛЕСНЫХ ПОЧВ

(Представлено академиком В. З. Гулисашвили 17.4.1975)

Одним из важных показателей роста и производительности древесных пород, улучшения активности почв, является содержание CO_2 в почвенном воздухе, в выделении которого основную роль играют растительный опад, интенсивность его разложения и дыхание корневой системы растений [1—3].

В настоящей статье излагаются результаты 2-летних наблюдений над режимом CO_2 в почвенном воздухе бурых горно-лесных почв дубово-грабовых лесов Восточной Грузии (биогеоценотический стационар Тбилисского института леса, Триалетский хребет, высота над уровнем моря 1000 м, экспозиция юго-восточная, уклон 5—7°).

Объектами исследования служили высокополнотные участки с полнотой 0,8—0,9 и участки изреженного древостоя с полнотой 0,4.

На участках, согласно методике В. Н. Мины [4], до глубины 100 см через каждые 20 см в 3-кратной повторности были установлены медные трубки диаметром 0,5 см. Измерения проводились ежемесячно. Вместе с определением углекислого газа в почвенном воздухе до глубины 100 см велись наблюдения над температурой, влажностью и реакцией (pH) почвы.

На обоих участках учитывался лесной опад. На изреженном участке в среднем за год накапливается около 2,460 т, а на контрольном — 3,674 т растительного опада.

Изучением динамики углекислого газа почвенного воздуха установлено, что интенсивность его образования находится в прямой зависимости от влажности почвы, ее растительного покрова и температуры. В условиях оптимальных температур активизируется почвенная фауна, ускоряются биохимические процессы, которые создают условия для лучшего разложения органических остатков, конечным продуктом которых является CO_2.

Термоизоплеты бурых горно-лесных почв показывают, что температура почвы изменяется по мере изменения полноты древостоя. В декабре-январе в связи с низким накоплением растительного опада на изреженном участке почва промерзает здесь глубже, нежели на контрольном, поэтому и уменьшается содержание CO_2 в верхнем горизонте почвы. Весной повышение температуры в верхних слоях почвы опытного участка начинается раньше, поэтому здесь раньше создаются условия для интенсивных биохимических процессов, что подтверждается повышением содержания CO_2 в верхнем горизонте почвы.

Содержание CO_2 в почвенном воздухе в слое 0—20 см опытного участка в марте-апреле выше, нежели на контрольном участке. Это обусловливается повышением температуры почвы, что вызывает тая-

Динамика CO_2 (% от объема) в почвенном воздухе бурых лесных почв в связи с рубками леса

Глубина, см	1972 г.			1973 г.												1974 г.								
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	IX	X
	Высокополнотный древостой (контроль)																							
20	1,0	0,4	0,2	—	—	0,4	0,8	1,2	1,0	1,1	1,0	0,8	1,1	1,1	0,6	—	0,2	0,6	0,9	1,1	1,0	0,8	1,0	0,8
40	1,4	0,6	0,8	0,2	0,4	0,4	0,8	1,0	1,0	1,3	1,2	1,1	1,4	2,4	0,9	0,5	0,6	0,9	1,0	1,2	1,3	1,0	0,9	0,9
60	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	1,2	1,1	1,0	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0	1,8	1,4	0,9	0,9	1,1	0,9	1,3	1,1	0,8	1,2	1,2
80	1,[illegible]	1,1	1,0	1,0	1,5	1,8	1,0	1,2	1,1	0,9	1,1	1,1	1,6	1,0	1,2	1,1	0,9	1,0	0,6	0,9	0,8	1,1	1,0	0,9
100	1,[illegible]	1,1	1,0	1,4	1,8	1,6	1,1	1,2	1,4	0,8	0,8	1,2	1,5	1,2	0,8	1,0	0,8	1,0	0,9	1,1	1,0	1,4	1,1	1,1
	Изреженный древостой (опыт)																							
20	0,8	0,3	0,2	—	—	0,8	1,1	0,9	0,8	0,9	1,0	0,7	1,0	0,8	—	—	0,1	0,8	1,1	1,0	0,8	0,8	1,0	0,6
40	1,1	0,5	0,4	0,1	0,2	0,7	0,8	0,8	0,8	1,1	1,0	0,9	1,1	2,1	0,5	0,3	0,5	1,0	1,2	1,0	1,1	0,7	0,9	0,7
60	1,0	1,0	0,9	0,5	0,4	1,1	1,2	1,1	1,1	0,9	0,9	1,1	0,9	2,6	1,1	0,8	0,5	1,2	0,9	0,9	0,8	1,2	0,9	0,9
80	0,8	1,0	0,9	0,8	1,2	1,2	1,4	0,8	1,2	0,8	0,8	0,9	1,0	0,7	1,1	0,8	0,4	1,1	0,9	1,1	0,8	1,0	0,7	1,1
100	0,9	1,2	1,2	1,1	1,4	1,4	1,2	1,0	1,1	0,8	0,7	1,2	1,0	0,8	0,9	0,6	0,6	1,0	1,1	0,8	0,8	1,1	0,9	1,0

ние снежного покрова опытного участка на 3—4 дня раньше, по сравнению с контролем, так как густота стояния деревьев на последнем в 2 раза больше, чем на опытном участке.

В апреле в силу интенсивных биохимических процессов в верхнем горизонте почвы содержание CO_2 на опытном участке достигает своего максимума, тогда как такой максимум на контрольном участке наблюдается только в начале мая.

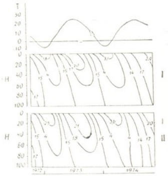


Рис. 1. Термоизоплеты бурых горно-лесных почв: I — контрольный участок, II — опытный участок, T — температура воздуха на 1 м от почвенной поверхности, H—глубина наблюдения над изменением почвенной температуры

В силу затруднения оттока CO_2 из почвы в период выпадения атмосферных осадков и снеготаяния (с декабря 1972 г. по март 1973 г.) происходит его заметное увеличение в нижних горизонтах почвы до 1,4—1,8% на контрольном и 1,1 — 1,4% на опытном участках.

В целом если в верхних горизонтах почвы температура играет большую роль в образовании CO_2, то в нижних слоях она не оказывает существенного влияния. С глубиной влияние влажности почвы и корневой системы растительности проявляется больше, чем температуры.

К лету по мере снижения влажности и увеличения температуры почвы, которое совпадает с периодом активной деятельности корневой системы, происходит некоторое увеличение (до 1,2—1,3%) CO_2 в почвенном слое 30—40 см.

В апреле и феврале в слое почвы 0—20 см выделение CO_2 не наблюдалось, так как температура падала ниже 0°C.

В почвенном воздухе контрольного участка наблюдается более высокое содержание CO_2, нежели на опытном участке, что указывает на более активное влияние как корневых систем, так и подстилки контрольного участка.

Тбилисский институт леса

(Поступило 17.4.1975)

ნიადაგთმცოდნეობა

ჯ. ლომიძე

CO_2-ის დინამიკა ტყის ყომრალი ნიადაგების ჰაერის შემცველობაში

რეზიუმე

ნიადაგის ჰაერის შემცველობაში ნახშირორჟანგის დინამიკის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ტყის სხვადასხვა სიხშირე განსხვავებულ გავლენას ახდენს ნიადაგის CO_2-ის რეჟიმზე. ტყის სიხშირის გაზრდასთან ერთად იზრდება

CO_2-ის შემცველობა ნიადაგის ჰაერში. CO_2-ის მაღალი კონცენტრაცია ნიადაგის ქვედა ფენებში გამოწვეულია მისი ზედა ჰორიზონტებიდან ქვედა ფენებში გადაადგილებით.

SOIL SCIENCE

D. V. LOMIDZE

DYNAMICS OF CO_2 IN THE SOIL AIR IN FOREST BROWN SOILS

Summary

A study of the dynamics of CO_2 of the soil air in forest brown soil under different thicknesses of forest has shown that the effect of different thicknesses of forest upon the CO_2 regime of soils is not the same. The content of CO_2 in the soil air increases with the thickness of forest trees. The increased concentration of CO_2 in the deeper horizons is caused by its flow from the upper to the lower horizons along the soil profile.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. В. Зонн, Ли Чен Куэй. Почвоведение, № 12, 1960.
2. Б. А. Бахритдинов, Х. С. Масудов. Почвоведение. № 11, 1970.
3. И. А. Муромцев. Труды Плодоовощного ин-та им. И. В. Мичурина, т. 8, 1955.
4. В. Н. Мина, Б. Н. Макаров. Почвоведение, № 6, 1963.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 576.312.32+582

БОТАНИКА

М. Т. ДАВЛИАНИДЗЕ, А. Л. ХАРАДЗЕ

ЧИСЛА ХРОМОСОМ И ТАКСОНОМИЯ НЕКОТОРЫХ ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ С КАВКАЗА

(Представлено академиком Н. Н. Кецховели 27.2.1975)

Пересмотр видового состава флоры Кавказа выявил необходимость изучения кариологии отдельных его представителей. Данные кариологии, как известно, могут осветить некоторые спорные вопросы таксономии. В статье приводятся сведения о числах хромосом четырех видов с Кавказа. Для трех видов эти данные приводятся впервые, а для одного из них — впервые для Кавказа.

Изучены метафазные пластинки корешков растений, зафиксированных в полевых условиях на месте их сбора. Для фиксаций использовался фиксатор Баталья. Давленные постоянные препараты окрашивались реактивом Шиффа.

Контрольные гербарные образцы хранятся в Институте ботаники АН ГССР (TBI).

1. *Primula macrocalyx* Bunge, $2n=22$. (Указано впервые для Кавказа). № К-556—73; Сев. Осетия, басс. р. Терек, Ущ Диднеуа-ком (Сакирис-хеви), на поляне в широколиственном лесу. 10.7.1973, А. Л. Харадзе, М. Т. Давлианидзе.

Кариологически этот вид был исследован ранее [1] по материалам, представленным в Эдинбургском королевском ботаническом саду под названием *P. uralensis* Fischer.

Все исследованные до настоящего времени кавказские виды из секции *Primula* оказались диплоидами с $2n=22$ [1, 2]. В этой секции полиплоидия не наблюдалась.

Диплоидный набор у изученного вида состоит из мелких метацентрических хромосом (рис. 1, *a*).

Вид *P. macrocalyx* Bunge описан с Алтая и широко распространен на Кавказе. Этот вид приводится для Западной Сибири и Ирана, а также для Юго-Востока Европейской части СССР. В последнее время ряд авторов [3, 4] рассматривает его как подвид *P. veris* L. *ssp. macrocalyx* (Bunge) Lüdi.

2. *Polemonium caucasicum* N. Busch. $2n=18$. (Указано впервые). № К-806—73, Сев. Осетия, басс. р. Терек, ущ. Диднеуа-ком (Сакирис-хеви), на опушке леса, влажный луг, 10.7.1973. А. Л. Харадзе, М. Т. Давлианидзе.

Род *Polemonium* L. насчитывает 40 видов [5], из них к настоящему времени кариологически исследовано 22 вида. Все исследованные виды оказались диплоидами с $2n=18$ [2]. *P. caucasicum* N. Busch, по нашим исследованиям, также следует считать диплоидом. Диплоидный набор состоит из крупных метацентрических хромосом (рис. 1, *b*).

Вид *P. caucasicum* N. Busch на Кавказе является единственным представителем семейства *Polemoniaceae* Juss., представленного в Северной Америке многочисленными видами. Кавказский вид был выделен Н. А. Бушем в 1926 г. [5] из *P. coeruleum* L., распространенного в Скандинавии, в Средней и Атлантической Европе и приводившегося для Кавказа.

Рис. 1. Метафазные пластинки из корешков корней при увеличении 60×20: *a—Primula macrocalyx* 2n=22; *b—Polemonium caucasicum* 2n==18; *c—Veronica* Charadzeae 2n=24; *d—Dolichorrhiza renifolia* 2n=40

При описании нового вида Н. А. Буш сравнивает его с видами *P. villosum* Rud. и *P. coeruleum* L., от которых *P. caucasicum* отличается опушением, формой венчика и длиной тычинок. В. Н. Васильев [6] при обработке рода *Polemonium* для флоры СССР вид *P. caucasicum* рассматривает в пределах ряда *Villosa* V. Vassil., считая его промежуточным между представителями этого ряда и ряда *Coerulea* V. Vassil.

3. *Veronica Charadzeae* Kem.-Nath., 2n=24. (Указано впервые). № К-803—73, Сев. Осетия, басс. р. Терек, известняки ниже с. Чми, ущ. Диднеуа-ком, близ снежной лавины в верхнем лесном поясе, 10.7.1973, А. Л. Харадзе, М. Т. Давлианидзе (рис. 1, *с*).

Число хромосом 2n=24, возможно, является диплоидным набором при x=12. Вид *V. Charadzeae* близок к экземплярам вида *V. gentianoides* Vahl s. l., произрастающим в области Большого Кавказа, для которых указано основное число x=12 [7]. Для вида *V. imeretina* Kem.-Nath. приводится число хромосом 2n=16 при x=8 [7].

Исследованный нами вид *V. Charadzeae* относится к полиморфной серии *Gentianoides* Boiss. Цитогеографическому исследованию вида *V. gentianoides* в последнее время посвящено несколько работ [7—9], в которых этот вид рассматривается очень широко. Мы основывались на работе Л. М. Кемулариа-Натадзе [10], которая описала два вида из этой серии —*V. Charadzeae* Kem.-Nath. и *V. imeretina* Kem.-

Nath. Первый из них описан со склонов Скалистого хребта в бассейне р. Асса, второй — из окрестностей Кутаиси. Вид *V. Charadzeae* в дальнейшем некоторыми ботаниками понимался как широколистная форма *V. gentianoides*, довольно часто произрастающая в области Большого Кавказа и известная как *var. latifolia* Boiss. А. Г. Еленевский [11] высказывал предположение, что *V. Charadzeae* представляет собой крупные экземпляры *V. gentianoides*, проявляющей клинальную изменчивость в области Большого Кавказа. Между тем, вышеназванные виды серии *Gentianoides* Boiss. отличаются рядом четких морфологических признаков (соцветия, плод и др.), недостаточно освещенных в литературе и почти не использовавшихся при разграничении видов.

Вид *V. Charadzeae* пока известен с бассейнов рр. Асса и Терек и приурочен к среднегорному поясу южного склона Скалистого и северного склона Бокового хребта. Возможно, виды *V. Charadzeae* и *V. imeretina* являются анцестральными формами, сохранившимися по периферии горных оледенений Большого Кавказа.

Вся серия видов *Gentianoides* Boiss., наряду с детальными цитогеографическими исследованиями, все еще требует дополнительного систематико-географического изучения.

4. *Dolichorrhiza renifolia* (C. A. Mey.) Galushko, 2n = 40. (Указано впервые). № К-802—73. Сев. Осетия, басс. р. Терек, Ущ. Диднеуа-ком (Сакирис-хеви), на опушке леса, влажный луг, 10.7.1973, А. Л. Харадзе, М. Т. Давлианидзе (рис. 1, *d*).

Виды рода *Dolichorrhiza* (Pojark.) Galushko—*D. renifolia* и *D. caucasica* (Bieb.) Galushko, относятся к группе кавказских видов из родства *Ligularia—Senecio*, недавно объединенных А. И. Галушко [12] в самостоятельный эндемичный род Кавказа.

Из этого рода ранее кариологически был исследован вид *D. caucasica*, известный как *Senecio caucasica* Bieb., для которого в диплоидном наборе отмечаются разные числа хромосом: 2n=40 [13] и 2n=44 [14]. Для этого же вида в субнивальном поясе нами [15] установлено число 2n=32, которое совпадает с числом хромосом, указанным в работе Р. И. Гагнидзе и П. Б. Чхеидзе [16] для этого же вида под названием *Ligularia caucasica* (Bieb.) G. Don, 2n=30—32.

Возможно, расхождения в числах хромосом по данным [13, 14] и [15, 16] связаны с недостаточно точным определением исходного материала в первом случае и требуют дополнительных исследований.

Выделение самостоятельного рода *Dolichorrhiza* (Pojark.) Galushko все еще требует более углубленных исследований. Одним из вопросов, требующих разрешения, является установление основного числа хромосом у видов данного рода.

Академия наук Грузинской ССР
Институт ботаники

(Поступило 28.2.1975)

ბოტანიკა

მ. დავლიანიძე, ა. ხარაძე

კავკასიის ზოგიერთი ყვავილოვანი მცენარის ქრომოსომთა რიცხვი და ტაქსონომია

რეზიუმე

მოცემულია ქრომოსომთა რიცხვი კავკასიაში გავრცელებული ოთხი კრიტიკული სახეობისათვის: 1. *Primula macrocalyx* Bunge 2n=22, 2. *Polemonium caucasicum* N. Busch 2n=18, 3. *Veronica Charadzeae* Kem.-Nath. 2n=24, 4. *Dolichorrhiza renifolia* (C. A. Mey.) Galushko 2n=40. სამი სახეობისათვის ქრომოსომთა რიცხვი პირველადაა დადგენილი.

გამოთქმულია ზოგიერთი მოსაზრება ამ სახეობათა ტაქსონომიასთან დაკავშირებით.

BOTANY

M. T. DAVLIANIDZE, A. L. KHARADZE

CHROMOSOME NUMBERS AND TAXONOMY OF SOME FLOWERING PLANTS FROM THE CAUCASUS

Summary

Some questions of the taxonomy of the karyologically investigated species of Caucasian flora are discussed: 1. *Primula macrocalyx* Bunge 2n=22, 2. *Polemonium caucasicum* N. Busch 2n=18, 3. *Veronica Charadzeae* Kem.-Nath. 2n=24, 4. *Dolichorrhiza renifolia* (C. A. Mey.) Galushko 2n=40.

The chromosome numbers for the three species are given for the first time.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. G. Bruun. Symbolae Bot. Upsaliensis 1, 1, 1932.
2. Справочник «Хромосомные числа цветковых растений». Л., 1969.
3. Ан. А. Федоров. Флора СССР, т. 28. М.–Л., 1952.
4. D. H. Valentine, A. Kress. In, Flora Europaea, v. 3. Cambridge, 1972.
5. Н. А. Буш. Труды Бот. музея АН СССР, вып. XIX, 1926.
6. В. Н. Васильев. Флора СССР, т. 19. М.—Л., 1953.
7. И. И. Тумаджанов, Р. К. Беридзе. Бот. ж., 54, 11, 1969.
8. И. И. Тумаджанов, Р. К. Беридзе, А. И. Погосян. Бот. ж., 57, 12, 1972.
9. Р. К. Беридзе. Бот. ж., 57, 12, 1972.
10. Л. М. Кемулариа-Натадзе. Заметки по систематике и географии растений (Тбилиси), 18, 1955.
11. А. Г. Еленевский. Совещание по объему вида и внутривидовой систематики. Тез. докл. Л., 1967.
12. А. И. Галушко. Новости систематики высших растений, 6, 1969.
13. А. П. Соколовская, О. С. Стрелкова. Уч. зап. Пед. ин-та им. Герцена, 66, 1948.
14. А. П. Соколовская, О. С. Стрелкова. ДАН СССР, 29, 5—6, 1940.
15. А. Л. Харадзе, З. И. Гвинианидзе, М. Т. Давлианидзе. Заметки по систематике и географии растений. (Тбилиси), 30, 1973.
16. Р. И. Гагнидзе, П. Б. Чхеидзе. Сообщения АН ГССР, 73, № 3, 1974.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 576.312.3

БОТАНИКА

Р. И. ГАГНИДЗЕ, П. Б. ЧХЕИДЗЕ

ЧИСЛА ХРОМОСОМ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ФЛОРЫ БОЛЬШОГО КАВКАЗА

(Представлено академиком Н. Н. Кецховели 11.2.1975)

Результаты изучения географии чисел хромосом в увязке с ботанико-географическим методом исследований успешно могут быть использованы для решения вопросов формирования и развития флор горных стран. С этой целью за последнее время, помимо отдельных представителей флоры Кавказа, началось интенсивное исследование высокогорных флороценотических и высотнопоясных комплексов. Полученные результаты уже дают возможность по-иному осветить некоторые вопросы формирования высокогорной флоры Кавказа.

Настоящее сообщение является продолжением публикаций результатов исследований, проводимых нами по изучению хромосомных чисел представителей флоры Кавказа. В статье публикуются числа хромосом 13 видов высокотравного [*Aconitum orientale* Mill., *Heracleum mantegazzianum* Somm. et Levier, *Pyrethrum macrophyllum* (Waldst. et Kit.) Willd., *Petasites albus* (L.) Gaertn., *Telekia speciosa* (Schreb.) Baumg.], лугово-лесного (*Caltha palustris* L., *Allium ursinum* L.,) скально-осыпно-кальцефильного (*Heracleum scabrum* Albov, *Scabiosa colchica* Stev., *Sc. olgae* Albov, *Psephellus barbeyi* Albov, *Allium globosum* Bieb. ex Redounte) и водно-растительного (*Alisma plantago-aquatica* L.) флороценотических комплексов Кавказа. Числа хромосом двух видов (*Heracleum scabrum*, *Scabiosa colchica*) установлены нами впервые.

С хорологической точки зрения интересными являются виды скально-осыпно-кальцефильного флороценотического комплекса, представленные диплоидными хромосомными расами. *Scabiosa colchica* и *Sc.olgae* — палеоэндемичные виды известняковых фитохорий Западного Закавказья. Ареал *Sc. colchica* ограничивается ботанико-географическим районом Рачинского известнякового хребта и Лечхуми [1] (приводится под названием *Sc. letschchumensis* Kem.—Nath.), ареал *Sc. olgae* — Черкесско-Абхазским ботанико-географическим округом Известняковой подпровинции Западного Закавказья. Систематические признаки *Sc. colchica* указывают на родственную связь с видом балканской флоры, *Sc. olgae* занимает обособленное положение среди кавказских видов этого рода [2].

Обособленным является также эндемичный для Западного Кавказа вид *Heracleum scabrum*. К числу эндемов известняков Западного Закавказья относится также вид *Psephellus barbeyi*. Вид *Allium globosum* имеет более широкий ареал, охватывая область Большого Кавказа и восточную часть Палеарктики. Хромосомные числа для отмеченного вида впервые до нас были исследованы Л. И. Вахтиной [3, 4]. Ею же установлено гаплоидное число указанного вида.

Хромосомные числа видов высокотравной, лугово-лесной и водной растительности совпадают с данными других исследователей [5—7].

Исследовались метафазные пластинки корешков. Материал фиксировался в полевых условиях. Для подсчета чисел хромосом применен метод давленных препаратов. Методика приготовления препаратов опубликована ранее [8].

Образцы исследованных растений хранятся в Институте ботаники АН ГССР (TBI). Ниже приводится список кариологически исследованных видов. Помимо чисел хромосом, коллекционного номера и места сбора образцов, приводятся также ареалдиагнозы. Использованные в ареалдиагнозах условные обозначения опубликованы в [9]. Ареалдиагнозы для видов *Caltha palustris*, *Allium globosum*, *A. ursinum*, *Alisma plantago-aquatica* приводятся по Мейзелю [10].

Aconitum orientale Mill. 2n=16. № 172. Caucasus Centralis. Systema fl. Baksan, Tscheget. 1800 m s. m. In pineto. 15. VII. 1974. Tschcheidze. № 173. Transcaucasia occidentalis. Imerethi. In jugo calcareo Nakerala. Zchra-dzhvari, 1400 m s. m. Ad marginem piceto-abieti. 10.VI.1974. Gagnidze, Tschcheidze. Area-diagnosis: CAUC: *cauc-as. min*; m^2, m^3, subalp, F-Ab, Pic-Ab, F, B, P, F^1, Alt; cenofil. I, II, III, V, VII.

Caltha palustris L. 2n=32. № 174-1-5. Transcaucasia orientalis. Trajectus Erzo. In faucibus fl. Phaza. 1600 m s. m. 15.V.1974. Gagnidze, Tschcheidze. Area-diagnosis: Holarkt: (m)-sm-temp arct circpol.
mo mo

Heracleum mantegazzianum Somm. et Levier. 2n=22. № 175. Transcaucasia occidentalis. Abchasia. Avadhara. 1850 m s. m. In altherbeto. 27.VI. 1974. Gagnidze, Tschcheidze, Tschuchrukidze. Area-diagnosis: COLCH: *w-gr. cauc*; m^2, m^3, subalp, F, Pic-Ab, Alt, g; holoarea, cenofil (3-14-15). I, V.

**Heracleum scabrum* Albov. 2n=22. № 176. Transcaucasia boreali-occidentalis. In vicinitate Tuapse. 30.VI. 1974. Gagnidze, Tschcheidze, Tschuchrukidze. Area-diagnosis: COLCH: *w-gr. cauc*; m^1, m^2, m^3, subalp, N, Q. 1. I, IV, V.

**Scabiosa colchica* Stev. 2n=16. № 177. Transcaucasia occidentalis. Letschchumi. Tschrebalo. Trajectus Sajrme. 500 m s. m., declive calcareum schistosum. 10.VI.1974. Gagnidze, Tschcheidze. Area- diagnosis: COLCH: *w-transcauc*; m^2, calc. schist-l. V.

Scabiosa olgae Albov. 2n=18. № 178. Transcaucasia occidentalis. In fausibus fl. Mzymta. In rupibus calcareis. 600 m s. m. 1. VII. 1974. Tschcheidze, Tschuchrukidze. Area-diagnosis: COLCH: *w-transcauc*; m^1, m^2, calc. r. IV, V.

Psephellus barbeyi Albov. 2n=30. № 179. Transcaucasia-boreali-occidentalis. Inter Tuapse et Gretscheskoe. 28.VI.1974. Gagnidze, Tschcheidze, Tschuchrukidze. Area-diagnosis: COLCH: *w--transcauc*; m^1, m^2, m^3, subalp, calc. r-l. Pr. IV, V.

Pyrethrum macrophyllum (Waldst. et Kit.) Willd. n=18. № 180. Transcaucasia orientalis. Trajectus Erzo. In faucibus fl. Phaza. 1600 m s. m.

15.V.1974. Gagnidze, Tschcheidze. Area-diagnosis: EUROP-MEDIT (m): *europ-medit(m)*; m², m³, subalp, F, F-Ab, Alt, cenofil. II, III, V, VI.

Petasites albus (L.) Gaertn. 2n=60. № 181. Transcaucasia occidentalis. Jugum Ratscha. Inter trajectus Erzo et pag. Schuatschala. 1650-1700 m s. m. 14. V. 1974. Gagnidze, Tschcheidze. Area-diagnosis: EUROP-MEDIT(m):*europ-o. medit* (*m*); m¹, m², m³, subalp, F, F-Ab, Alt, g. I, II, IV, V, VI, VII, VIII.

Telekia speciosa (Schreb.) Baumg. 2n=20. № 182-1-2. Transcaucasia occidentalis. In fausibus fl. Mzymta. Pag. Kepscha. 600 m s. m. 1. VII. 1974. Tschcheidze, Tschuchrukidze. Area-diagnosis: EUROP-MEDIT (m): *europ-o. medit* (*m*): m², m³, subalp, N, F, F-Ab, Alt; cenofil. I, II, V, VII.

Allium globosum Bieb. ex Redounte. 2n=16. № 183. Transcaucasia occidentalis. Letschchumi. In faucibus fl. Ladzhanura. 600 m s. m. In rupibus calcareis. 14.V.1974. Gagnidze, Tschcheidze. Area-diagnosis: sm. $K_{(1)-2}$*Eur*-Was; (zentral)-ostsubmed-pont-subsibir.

Allium ursinum L. 2n=14. № 184. Transcaucasia occidentalis. Imerethi. In jugo calcareo Nakerala. Zchra-dzhvari, 1400 m s. m. Ad marginem piceto-abieti. 10.VI.1974. Gagnidze, Tschcheidze. Area-diagnosis: sm-temp. oz_{1-2} Eur; submed-(westpont)-atl-ze-(westsarm).

Alisma plantago-aquatica L. 2n=24. № 185. Transcaucasia occidentalis. Ratscha. Lacus Tscheliagele. 11.V.1974. Gagnidze, Tschcheidze, Davituliani. Area-diagnosis: HOLARKT: *aust* Aust—Am-m-b circpol.

Академия наук Грузинской ССР
Институт ботаники

(Поступило 14.2.1975)

ბოტანიკა

რ. გაგნიძე, ფ. ჩხეიძე

კავკასიონის ფლორის ზოგიერთი სახეობის ქრომოსომთა რიცხვი

რეზიუმე

შესწავლილია სუბალპური მაღალბალახეულობის, მდელო-ტყის, კალციფილური კლდე-ღორღისა და წყლის მცენარეულობის ფლოროცენოტური კომპლექსების 13 სახეობის ქრომოსომთა რიცხვი. დასავლეთ ამიერკავკასიის კირქვიანების ფიტოხორიების ენდემური სახეობების *Heracleum scabrum* და *Scabiosa colchica* ქრომოსომთა რიცხვი პირველადაა დადგენილი. დანარჩენი სახეობების ქრომოსომთა რიცხვი კი ემთხვევა სხვა მკვლევართა მონაცემებს. ხოროლოგიური თვალსაზრისით საინტერესოა კალციფილური კომპლექსის სახეობები, რომლებიც ქრომოსომთა დიპლოიდური რიცხვით ხასიათდებიან. შესწავლილი სახეობებისათვის მოტანილია არეალდიაგნოზები.

BOTANY

R. I. GAGNIDZE, P. B. CHKHEIDZE

THE CHROMOSOME NUMBERS OF SOME SPECIES OF GREATER CAUCASUS FLORA

Summary

The chromosome numbers of 13 species of the florocoenotic complex of subalpine tall herbaceous, lawn-forest, rocky calciphilous and water vegetations of the Greater Caucasus have been studied. The chromosome numbers of 2 species (*Heracleum scabrum*, *Scabiosa colchica*) are given for the first time. The caryological study of the species is supplemented with area diagnoses.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. И. Гагнидзе, Л. М. Кемулариа-Натадзе, И. А. Микеладзе. Пробл. бот., XII. Л., 1974.
2. А. С. Шхиян. Труды Тбилисского бот. ин-та, XVIII, 1956.
3. Л. И. Вахтина. Бот. ж., 49, 6, 1964.
4. Л. И. Вахтина. Бот. ж., 50, 3, 1965.
5. Г. А. Левитский. Труды прикл. бот., ген. и сел., 27, 1, 1931.
6. А. П. Соколовская, О. С. Стрелкова. ДАН СССР, 28, 5—6, 1940.
7. Справочник «Хромосомные числа цветковых растений». Л., 1969.
8. Р. И. Гагнидзе, П. Б. Чхеидзе. Сообщения АН ГССР, 75, № 3, 1974.
9. Р. И. Гагнидзе. Ботанико-географический анализ флороценотического комплекса субальпийского высокотравья Кавказа. Тбилиси, 1974.
10. H. Meusel, E. Jäger, E. Weinert. Chorologie der zentraleuropaischen Flora. Text, 1. Jena, 1965.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 581.33

БОТАНИКА

М. И. ГАЧЕЧИЛАДЗЕ

ОТКЛОНЕНИЕ В ЗАРОДЫШЕВОМ МЕШКЕ ТИПА *OENOTHERA*

(Представлено академиком В. Л. Менабде 13.2.1975)

Последовательные процессы развития и конечная конструкция зародышевых мешков типа *Oenothera* к настоящему времени вполне установлены. Нормально дифференцированный четырехъядерный зародышевый мешок униполярен: состоит из яйцевого аппарата (яйцеклетка и две синергиды) и центральной клетки с единственным полярным ядром [1—3]. Как известно, этот тип формирования зародышевого мешка по сей день описан только для онагровых и представляет собой характерный систематический признак для данного семейства.

Конструкция зародышевого мешка, выработанная в процессе эволюционного развития, является константным свойством. Несмотря на это, наряду с характерным ходом развития зародышевого мешка, иногда наблюдаются отклонения.

У исследованных нами видов рода *Epilobium* (*Ep. hirsutum* L., *Ep. nervosum* L.) дифференциация зародышевого мешка, как правило, протекает по типу *Oenothera* [2, 4]. Однако, наряду с типичным развитием зародышевого мешка, отмечается целый ряд интересных отклонений, изучению которых и посвящена данная работа.

По литературным данным [5], из описанных отклонений зародышевого мешка типа *Oenothera* чаще всего встречаются конкурентный рост макроспор тетрады и развитие свыше одного зародышевого мешка в пределах одной семяпочки. Способность к развитию добавочного зародышевого мешка обычно выявляет халазальная макроспора, вследствие чего жизнедеятельные микропилярная и халазальная макроспоры дают начало зародышевым мешкам-двойникам. В исследуемом нами материале не наблюдалось ни одного случая развития добавочного зародышевого мешка. Нами прослежены отклонения от нормального хода развития в пределах формирования самого зародышевого мешка.

В процессе развития зародышевого мешка три нижние макроспоры обычно дегенерируют, и к моменту формирования зрелого зародышевого мешка в халазальной части семяпочки прослеживаются лишь их остатки. Изредка линейно расположенные макроспоры, к этому времени несколько увеличиваясь и сохраняя нормальное строение, внешне походят на антиподы (рис. 1). Эта особенность макроспор онагровых известна и по литературе [5].

Яйцевой аппарат в основном развивается типично и состоит из так же типично расположенных элементов-синергид и яйцеклетки (рис. 2). В некоторых случаях типичность формирования нарушается и выявляется отклонение как в расположении, так и в дифференциации элементов яйцевого аппарата. Так, например, одна из синергид морфологически имитирует яйцеклетку (рис. 3); кроме того, иногда яйцеклетка расположена не между синергидами, как это наблюдается обычно, а отдельно — у боковой стенки зародышевого мешка (рис. 1, 4, 5).

Среди отмеченных нами отклонений примечательно аномальное течение процессов поляризации зародышевого мешка. Иногда в зародышевых мешках число митотических делений (два) и соответственно число возникших при этом ядер (четыре), хотя и являются типичными, тем не менее в связи с нарушением процесса поляризации на двухъядерной фазе развития ядра не перемещаются к микропилярному полюсу и зародышевый мешок аномален. Нарушение поляризации, по-видимому, обусловливает аномальность и последующих процессов: в зародышевом мешке приостанавливаются процессы формирования клеток и, следовательно, дифференциация характерных элементов. Зародышевый мешок ценоцитный, ядра сгруппированы у боковой стенки. Подобный аполярный зародышевый мешок намного превосходит размером нормально сформированный зародышевый мешок и содержит гигантские ядра (рис. 6). Примечательно, что четырехклеточные зародышевые мешки смежных семяпочек к этому времени готовы к оплодотворению. Такие недифференцированные зародышевые мешки, впервые отмеченные нами в типе *Oenothera* известны и в других растениях [6].

Иногда в результате нарушения типичного процесса поляризации, в частности из-за перемещения ядер к противоположным полюсам на двухъядерной фазе, развиваются биполярные зародышевые мешки. В подобных случаях могут нарушиться как типичная картина поляризации, так и число ядерных делений. Иногда формируется шестиядерный зародышевый мешок (рис. 7), в микропилярной части которого развиваются яйцевой аппарат и микропилярное полярное ядро, в халазальной же — две антиподы. Надо полагать, что в данном случае после перемещения ядер к противоположным полюсам на двухъядерной фазе развития зародышевого мешка в микропилярной части произошло два митотических деления, которые дали начало четырем ядрам, а в халазальной части — лишь одно деление.

При нарушении поляризации в редких случаях формируется биполярный четырехъядерный зародышевый мешок, в котором после перемещения ядер к противоположным полюсам на двухъядерной фазе ядра на обоих концах претерпевают лишь одно митотическое деление. Притом такой зародышевый мешок состоит из яйцеклетки, единственной антиподы и центральной клетки, содержащей два полярных ядра — микропилярное и халазальное (рис. 8). Данный зародышевый мешок, конструкция которого проявляется в виде отклонения у изученных нами видов рода *Epilobium*, может представлять интерес и с теоретической точки зрения. Дело в том, что Я. С. Модилевский [7], рассматривая эволюционные аспекты становления зародышевых мешков покрытосемянных, в числе теоретически возможных конструкций зародышевого мешка, содержащего яйцеклетку, единственную антиподу и центральную клетку с двумя полярными ядрами. Предложенная Я. С. Модилевским конструкция зародышевого мешка, остающаяся по сей день гипотетической, на самом деле осуществлена природой (хотя и в виде отклонения). Интересно, что эта конструкция, впервые найденная и описанная нами, встречается в виде отклонения в зародышевых мешках типа *Oenothera*, производных от типа *Polygonum*.

В единичных случаях атипично поляризованный биполярный зародышевый мешок содержит у микропиле яйцевой аппарат с тремя характерными элементами, центральную клетку с единственным микропилярным полярным ядром и одну антиподу у халазы (рис. 5). По-видимому, после перемещения ядер к полюсам у микропиле осуществляются два ядерных митоза, в то время как у халазы деление не протекает.

Особое внимание привлекают случаи формирования биполярного восьмиядерного зародышевого мешка. Как известно, генезис зародышевого мешка типа *Oenothera* исследователи связывают с типом *Polygonum*, а именно, предполагают, что моноспорический униполярный зародышевый мешок типа *Oenothera* возник из типа *Polygonum* [8]. Наши данные относительно видов *Ep. hirsutum* L. и *Er. nervosum* L. подтверждают соображения этих авторов. В зародышевом мешке типа *Oenothera* на двухъядерной фазе развития, как правило, ядра собраны в микропилярной части, что и обусловливает развитие униполярного зародышевого мешка. Однако иногда на двухъядерной фазе развития зародышевого мешка ядра перемещаются к противоположным полюсам, после чего в микропилярном и халазальном концах происходят два митотических деления и возникают соответственно четырехъядерный (рис. 9) и восьмиядерный (рис. 10) зародышевые мешки. В восьмиядерном мешке осуществляются процессы клеткообразования и дифференциации элементов. В микропилярной части формируется яйцевой аппарат с яйцеклеткой и двумя синергидами, а среднюю часть зародышевого мешка занимает крупная центральная клетка, которая, в отличие от типа *Oenothera*, содержит два полярных ядра. В халазальной части прослеживаются также нехарактерные для зародышевого мешка типа *Oenothera* элементы — антиподы, которые, находясь в одной крупной клетке, представлены в виде мелких темноокрашивающихся ядер. Как показали наши исследования, описанное нами атипичное развитие зародышевого мешка у видов рода *Epilobium* как по характеру поляризации, так и по числу ядерных делений, строению и расположению элементов повторяет своеобразие, характерное для развития зародышевых мешков типа *Polygonum*. Редкие случаи развития зародышевых мешков типа *Polygonum*, встречаемые в роде *Epilobium*, наряду с типом *Oenothera*, указывают на родство зародышевых

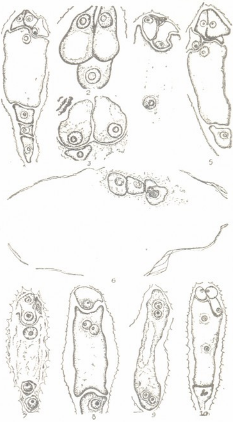


Рис. 1–10.

мешков отмеченных типов, давая несомненное доказательство становления типа *Oenothera* от типа *Polygonum*. Формирование у онагровых зародышевого мешка типа *Polygonum*, наблюдаемое весьма редко, носит атавистический характер.

Академия наук Грузинской ССР
Институт ботаники

(Поступило 28.2.1975)

ბოტანიკა

მ. გაჩეჩილაძე

გადახრები *OENOTHERA* ტიპის ჩანასახის პარკში

რეზიუმე

შესწავლილია *Onagraceae*-ებისათვის დამახასიათებელი *Oenothera* ტიპის ჩანასახის პარკი. ყურადღება გამახვილებულია ჩანასახის პარკში მიმდინარე ატიპიურ პროცესებზე. აღწერილია მთელი რიგი გადახრები, როგორიცაა აპოლარული არადიფერენცირებული ჩანასახის პარკის ფორმირება, დარღვევები პოლარიზაციის პროცესებში, რომლის დროსაც ვითარდება ბიპოლარული ოთხ- და ექვსბირთვიანი, აგრეთვე, ბიპოლარული *Polygonum* ტიპის ჩანასახის პარკები. *Polygonum* ტიპის ჩანასახის პარკების განვითარების იშვიათი შემთხვევები მეტად საყურადღებოა, რამდენადაც მკვლევარები *Oenothera* ტიპის ჩანასახის პარკის გენეზისს უკავშირებენ *Polygonum* ტიპს.

BOTANY

M. I. GACHECHILADZE

DEVIATIONS IN THE EMBRYO SAC OF THE TYPE *OENOTHERA*

Summary

Some deviations in the embryo sac of the type *Oenothera*, such as apolar, non-differentiated embryo sac formation, as well as bipolar, four- and six- nuclear, embryo sacs of the type *Polygonum* are described. The rare cases of the development of the embryo sacs of the type *Polygonum* in the species of the genus *Epilobium* is noteworthy, for investigators relate the genesis of the embryo sac of the type *Oenothera* with the type *Polygonum*.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. D. A. Johansen. Ann. N. Y. Acad. Sci., 33, 1931.
2. М. И. Гачечиладзе, Г. Е. Гваладзе. Сообщения АН ГССР, 60, № 3, 1970.
3. Г. В. Манивчук. Биология развития хаменериума узколистного в условиях Украинских Карпат и его хозяйственное использование. Автореферат. Киев, 1971.
4. М. И. Гачечиладзе. Материалы Всесоюзного симпозиума по эмбриологии растений. М., 1973.
5. П. Магешвари. Эмбриология покрытосеменных растений. М., 1954.
6. В. А. Поддубная-Арнольди. Общая эмбриология покрытосеменных растений. М., 1964.
7. Я. С. Модилевский. Эмбриология покрытосеменных растений. Киев, 1953.
8. И. Д. Романов. Проблемы эмбриологии. Киев, 1971.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 591.03

მცენარეთა ფიზიოლოგია

ნ. კაჭარავა, მ. ჭრელაშვილი, ლ. კობახიძე

მცენარეთა სხვადასხვა სისტემატიკური ჯგუფის წარმომადგენელთა ფოტოსინთეზის დამოკიდებულება ულტრაიისფერი დასხივებისადმი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. კეცხოველმა 12.3.1975)

თეორიული და ექსპერიმენტული გამოკვლევებით ცნობილია, რომ ულტრაიისფერი (უფ) რადიაცია სამყაროს ევოლუციური განვითარების განუყოფელ ფაქტორს წარმოადგენდა. ამ მოსაზრებიდან გამომდინარე ფილოგენეტიკური საფეხურები უნდა ასახავდეს განსხვავებას მცენარეებს შორის უფ რადიაციისადმი გამძლეობის ხარისხის მიხედვით. მცენარეული ფორმებისა და პროცესების, განსაკუთრებით ფოტოსინთეზის მდგრადობა უნდა მცირდებოდეს ევოლუციურად უძველესი ფორმებიდან უახლესისაკენ, რამდენადაც დროთა განმავლობაში ხდებოდა უფ რადიაციის სპექტრალური შედგენილობის ცვლილება ლეტალური კომპონენტების თანდათანობითი შემცირებისა და ბოლოს სრული გაქრობისაკენ [1, 2]. ამასთან დაკავშირებით ინტერესმოკლებული არ იქნება იმის შესწავლა, რამდენად შეესატყვისება უფ რადიაციის ლეტალური მოქმედებისადმი მცენარეთა გამძლეობა ევოლუციური საფეხურების თანმიმდევრობას. აქვე ხაზგასმით უნდა აღვნიშნოთ, რომ მცენარეთა გამძლეობას უფ დასხივებისადმი ჩვენ სისტემატიკური კატეგორიების კრიტერიუმად არ ვსახავთ, მაგრამ გამორიცხული არ არის, რომ მცენარეთა საპასუხო რეაქცია უფ დასხივებისადმი შეიძლება იყოს ევოლუციური სისტემატიზაციის ერთ-ერთი მაჩვენებელი.

კვლევის ობიექტად შეირჩა მცენარეთა განსხვავებული ჯგუფის წარმომადგენლები. კვლევა მიმდინარეობდა ორი მიმართულებით:

I. შესწავლილ იქნა მცენარეთა მდგრადობა უფ დასხივებისადმი. მდგრადობის მახასიათებლად პირობით მივიღეთ დასხივების ის კარდინალური წერტილი — ზღვრული დოზა, რომლის მოქმედებითაც მცენარე გარეგნულად ზიანდება. გარეგნული დაზიანება გამოიხატება ფოთლების გაყავისფრებასა და ნეკროზული ლაქების წარმოშობაში.

II. შესწავლილ იქნა ფოტოსინთეზის დონე და დადგენილ იქნა ზღვრული დოზები საკვლევ მცენარეთა ფოტოსინთეზისათვის.

აღმოჩნდა, რომ დასხივების კარდინალური წერტილი საცდელი მცენარეებისათვის განსხვავებულია, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ ამ მცენარეთა მდგრადობა უფ დასხივებისადმი მეტად ვრცელ დიაპაზონში მერყეობს.

დასხივებით გამოწვეული გარეგნული ცვლილებების სიღრმისა და ხარისხის მიხედვით საცდელი მცენარეები შემდეგ ჯგუფებად შეიძლება გავაერთიანოთ:

I. დასხივებისადმი ძლიერ მგრძნობიარე (ზღვრ. დ. $5—20 \cdot 10^7$ ერგ/სმ²).

Phaseolus vulgaris (L.) Savi.
Solanum tuberosum L.
Morus alba L.
Helianthus cultus L.

II. დასხივებისადმი მგრძნობიარე (ზღვრ. დ. 20—100·10^7 ერგ/სმ²).

Iuglans regia L.
Celtis caucasica Willd.
Amygdalus nana L.
Cydonia oblonga Mill.
Pyrus georgica Kuthath.
Arbutus andrachne L.
Ficus carica L.
Olea europaea L.
Rosa canina L.
Platanus orientalis L.
Parrotia persica C. A. M.
Acer ibericum
Tilia cordata Mill.
Ligustrum vulgare L.
Magnolia denudata Desr.
Quercus castamifolia C. A. M.
Quercus hartwissiana Stev.
Gingko biloba L.
Zea mays L.
Sorghum halepense (L.) Pers.

III. დასხივებისადმი შედარებით გამძლე (ზღვრ. დ. 100—400·10^7 ერგ/სმ²).

Hedera helix L.
Laurocerasus officinalis Roem.
Buxus colchica Pojark.
Laurus nobilis L.
Magnolia grandiflora L.
Magnolia kobus
Quercus ilex L.
Quercus macranthera F. et M.
Ilex colchica Pojark.

IV. დასხივებისადმი გამძლე (ზღვრ. დ. 400—1500·10^7 ერგ/სმ²).

Cycas revoluta Thnb.
Ephedra procera
Iuniperus virginiana L.
Taxodium distichum Rich.
Araucaria bidvili.
Araucaria augustifolia.
Biota orientalis.
Pinus excelsa Wall.

V. დასხივებისადმი ძლიერ გამძლე (ზღვრ. დ. 1500—3000·10^7 ერგ/სმ²).

Metasequoia giplostroboides.
Abies nordmaniana.
Cunningamia sinensis R. Br.
Pinus teda.
Pinus nigra Arn.

ამგვარად, როგორც ვხედავთ, უფ დასხივებისადმი მგრძნობელობის მიხედვით მცენარეების გაერთიანება ერთ რომელიმე ჯგუფში ევოლუციური განვითარების სქემაში სისტემატიკური კატეგორიების თანმიმდევრობას არ ემთხვევა. მეორეს მხრივ, ყურადღებას იპყრობს ის ფაქტი, რომ ერთი სისტემატიკური ჯგუფის წარმომადგენლებმა (მაგალითად, მაგნოლიები, ფიჭვები, მუხები) დასხივებისადმი განსხვავებული მდგრადობა გამოავლინეს.

ზოგიერთი გარეგნული ნიშანი და მორფოლოგიური თვისება უნდა ასრულებდეს დაცვითს ფუნქციას და მეტ-ნაკლებად განაპირობებდეს დასხივებისადმი მცენარეთა გამძლეობას, მაგრამ მცენარეთა მდგრადობის ასახსნელად აუცილებელია იმ კრიტერიუმების მომარჯვება, რომელიც ახასიათებს მცენარეთა ფიზიოლოგიურ-ბიოქიმიურ თავისებურებებს. ეს აუცილებლობა განპირობებულია იმითაც, რომ ორგანიზმის ევოლუციური დაწინაურება ან შედარებით პრიმიტიულობა შეიძლება არ იყოს სინქრონულ შესაბამისობაში გარეგნულ ნიშნებთან, მაგრამ შეესატყვისებოდეს რომელიმე პროცესის ევოლუციას [3].

საკონტროლო და დასხივებულ მცენარეებში ფოტოსინთეზის შესწავლით გამოვლენილ იქნა, რომ მცენარის გარეგნული ცვლილებების მიხედვით დადგენილი ზღვრული დოზები ფოტოსინთეზისათვის ზღვრული არ არის (ცხრილი 1).

აღმოჩნდა, რომ ფოტოსინთეზის ზღვრული დოზა გაცილებით მაღალია და რიგ შემთხვევაში ორ-სამჯერ მეტია იმ დოზებთან შედარებით, რომელიც მხოლოდ გარეგნულ ცვლილებებს იწვევს. უფ რადიაციის გადიდებული დო-

ზების მიმართ ფოტოსინთეზი განსაკუთრებული მდგრადობით ხასიათდება წიწვიან მცენარეებში, შედარებით ნაკლები გამძლეობა გამოავლინა მარადმწვანე ფოთლოვანებმა, ყველაზე მგრძნობიარე აღმოჩნდა ლობიო, კარტოფილი, თუთა. შუალედური მდგომარეობა აქვთ ფოთოლმცვენ მცენარეებს.

სხვადასხვა სისტემატიკური ჯგუფის მცენარეთა მდგრადობა უფ დასხივებისადმი (დოზა $n \cdot 10^7$ ერგ/სმ², საკონტროლოსთან შედარებით დასხივებული მცენარეების ფოტოსინთეზის შემცირება გამოსახულია %-ში)

მცენარეები	ზღვრული დოზა		ფოტოსინთეზი გარეგნული ცვლილებების დროს	მცენარეები	ზღვრული დოზა		ფოტოსინთეზი გარეგნული ცვლილებების დროს
	გარეგნული ცვლილებების მიხედვით	ფოტოსინთეზისათვის			გარეგნული ცვლილებების მიხედვით	ფოტოსინთეზისათვის	
Gingko biloba	75	205	32	*Quercus castaniifolia*	70	303	85
Magnolia grandiflora	400	1200	45	*Quercus hartwissiana*	75	311	80
Magnolia denudata	92	200	62	*Quercus macranthera*	190	625	69
Magnolia Kobus	380	1000	38	*Zea mays*	30	60	78
Laurocerasus officinalis	305	1000	48	*Phaseolus vulgaris*	5	5	89
Hedera helix	210	760	67	*Helianthus cultus*	12	27	80
Ligustrum vulgare	100	515	74	*Solanum tuberosum*	20	30	68
Platanus orientalis	80	320	75	*Pinus teda*	3000	5000	27
Tilia cordata	55	240	83	*Pinus excelsa*	1500	3000	45
Acer platanoides	65	250	80	*Pinus nigra*	2550	5000	20
Iuglans regia	65	180	88	*Biota*	1200	3000	27
Morus alba	20	45	92				

ფოტოსინთეზის მდგრადობის მიხედვით სხვაობა გამოვლინდა ერთი და იგივე სისტემატიკური ჯგუფის მცენარეებს შორისაც, რაც, შესაძლებელია, მიგვითითებს ევოლუციურად მაღალორგანიზებული და შედარებით პრიმიტიული ფორმების არსებობაზე.

ამგვარად, როგორც ვხედავთ, უფ დასხივებისადმი სხვადასხვა სისტემატიკური ჯგუფის წარმომადგენელთა მდგრადობის მერყეობის ამპლიტუდა საკმაოდ ვრცელია და იცვლება მცენარეთა უძველესი ფორმებიდან უახლესისაკენ, რაც მტკიცდება როგორც გარეგნული ნიშნების, ისე ფოტოსინთეზისათვის დადგენილი ზღვრული დოზების მიხედვით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 14.3.1975)

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Н. Ф. КАЧАРАВА, М. Н. ЧРЕЛАШВИЛИ, Л. С. КОБАХИДЗЕ

ЗАВИСИМОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА РАСТЕНИЙ РАЗНЫХ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ГРУПП ОТ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ

Резюме

Целью исследования являлось установление соответствия эволюционного развития растений и устойчивости летального действия УФ радиации, поскольку ответные реакции растений могут служить одним из показателей эволюционной систематизации.

Установленные нами пороговые дозы указывают, что устойчивость растений разных систематических групп варьирует в широком диапазоне. Пороговые дозы фотосинтеза весьма высокие и в некоторых случаях в 2—3 раза превышают дозы, вызывающие внешние морфологические изменения.

Фотосинтез хвойных растений характеризуется особенной устойчивостью к высоким дозам УФ радиации, сравнительно низкой устойчивостью обладают вечнозеленые лиственные, очень чувствительны фасоль, картофель, шелковица, а лиственные растения занимают среднее положение.

Выявлена разница в устойчивости фотосинтеза растений одной систематической группы. Не исключено, что получаемая нами разница указывает на относительную примитивность или на высокий организационный уровень этих растений.

PLANT PHYSIOLOGY

N. F. KACHARAVA, M. N. CHRELASHVILI, L. S. KOBAKHIDZE

THE DEPENDENCE OF PLANT PHOTOSYNTHESIS OF VARIOUS SYSTEMATIC GROUPS ON ULTRA-VIOLET IRRADIATION

Summary

The responses of plants to UV irradiation may serve as an index of evolutionary systematization. The threshold doses established by the authors show that the resistance of plants of different systematic groups vary in a wide range. The threshold doses of photosynthesis are rather high, and in some cases exceeding two or three times doses which cause external morphological changes.

The photosynthesis of coniferous plants is particularly resistant to high doses of UV-irradiation; a comparatively low resistance was shown by evergreen plants; beans, potatoes and mulberry proved highly sensitive; deciduous plants occupy an intermediate position.

Plants of the same systematic group have been found to differ as to their resistance to photosynthesis. This difference may be indicative of the relative primitiveness or high organizational level of these plants.

ᲚᲘᲢᲔᲠᲐᲢᲣᲠᲐ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. П. Дубинин. Эволюционная генетика и радиация. М., 1966.
2. А. П. Дубров. Генетические и физиологические эффекты действия ультрафиолетовой радиации на высшие растения. М., 1968.
3. Б. М. Голубкова, Т. Е. Кислякова и др. Хлоропласты и митохондрии. М., 1969.
4. И. И. Богачева, И. М. Шлыкова. Физиология растений, т. 20, № 4, 1973, 708.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 581.167.638.11.

გენეტიკა და სელექცია

პ. ნასყიდაშვილი

ხორბლის სახეობა დიკაში — *T. PERSICUM* VAV. მოკლეღეროიანობის გენების შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. დეკაპრელევიჩმა 3.2.1975)

ხორბლის კულტურაზე ჩატარებული გენეტიკური გამოკვლევებით დადგენილია, რომ მცენარის ფენოტიპური სიმაღლე განისაზღვრება როგორც დომინანტური, ისე რეცესიული გენებით. ხორბლის მცენარის მოკლეღეროიანობას ან ჰიბრიდულ ქონდარობას განაპირობებს ორი [1] ან სამი [2] კომპლემენტარული დომინანტური ან რეცესიული გენების ურთიერთმოქმედება.

ხორბალ პერსიკუმში მოკლეღეროიანობის განმსაზღვრელი გენების შესწავლის მიზნით ამ სახეობის სამი სახესხვაობა (*V. stramineum*, *v. rubiginosum*, *v. fuliginosum*) შეჯვარდა მაგარ ხორბალთან (*T. durum v. reichenbachii*) და ხორბალ ტურგიდუმთან (*T. turgidum v. striatum*).

რეციპროკული შეჯვარებით მიღებული პირველი თაობის ჰიბრიდების მცენარეთა სიმაღლის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ მცენარეთა დიდ უმრავლესობას ახასიათებს ჰეტეროზისი, ხოლო ჰიბრიდულ კომბინაციებში, სადაც მონაწილეობს სახესხვაობა *V. stramineum*, აღინიშნა შუალედური მემკვიდრეობა ან დომინირებდა მოკლეღეროიანობა.

მეორე თაობის ჰიბრიდულ მცენარეებში აღინიშნა მკვეთრი ცვალებადობა. გამოითიშნენ როგორც გრძელღეროიანი, ისე მოკლეღეროიანი მცენარეები. ამ მხრივ ჰიბრიდული კომბინაციები ერთმანეთისაგან მკვეთრად გამოირჩევიან. მოკლეღეროიან მცენარეთა ყველაზე მეტი რაოდენობა მიღებულ იქნა ისეთ ჰიბრიდულ პოპულაციაში, სადაც მონაწილეობდა პერსიკუმის სახესხვაობა *V. stramineum* Zhun.

V. stramineum-ის *T. turgidum*-თან შეჯვარებით მიღებულ მეორე თაობაში აღზრდილ 356 მცენარიდან მაღალღეროიანი იყო 283 მცენარე, მოკლეღეროიანი — 73 (თეორიულად მოსალოდნელი დათიშვა 289:67). ამავე სახესხვაობის მაგარ ხორბალთან შეჯვარებისას მიღებული იქნა 250 მაღალღეროიანი და 107 მოკლეღეროიანი მცენარე (თეორიულად მოსალოდნელი დათიშვა 252:105). მაღალღეროიან და მოკლეღეროიან მცენარეებად დათიშვა შეესაბამება 13:3 შეფარდებას.

V. rubiginosum-ის *T. turgidum*-თან შეჯვარებით მიღებულ მეორე თაობაში მაღალღეროიანი და მოკლეღეროიანი მცენარეების შეფარდებამ შეადგინა 320:19 (თეორიულად მოსალოდნელი დათიშვა 318:21), ხოლო მაგარ ხორბალთან შეჯვარებით მიღებულ ჰიბრიდულ კომბინაციაში — 463 : 27 (თეორიულად მოსალოდნელი დათიშვა 459:31). ამრიგად მეორე თაობაში დათიშვა გამოსახულია 15:1 (მაღალღეროიანი : მოკლეღეროიანი) შეფარდებით.

V. fuliginosum-ის *T. turgidum*-თან შეჯვარებით მეორე თაობაში მიღებულია 312 მაღალღეროიანი და 16 მოკლეღეროიანი მცენარე (თეორიულად მოსალოდნელი დათიშვა 307:21). ამავე სახესხვაობის მაგარ ხორბალთან შე-

ჯვარებით აღრიცხულ იქნა 458 მაღალღეროიანი და 25 მოკლეღეროიანი მცენარე (თეორიულად მოსალოდნელი დათიშვა 450:28). ამრიგად, მაღალღეროიან და მოკლეღეროიან მცენარეებად დათიშვა გამოსახულია 15:1 შეფარდებით.

მიღებული მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ *T. persicum* სახესხვაობები *V. rubiginosum* და *V. fuliginosum* გენეტიკურად განსხვავდება *V. stramineum*-ისაგან. ეს უკანასკნელი ატარებს მოკლეღეროიანობის დომინანტურ D გენს და დომინანტურ J გენ-ინჰიბიტორს. მოკლეღეროიანობა ვლინდება მხოლოდ მაშინ, როცა გენი-ინჰიბიტორი იმყოფება რეცესიულ მდგომარეობაში. დომინანტური გენი-ინჰიბიტორი დიჰიბრიდული დათიშვის შემთხვევაში მეორე თაობაში იძლევა დათიშვას 13:3 შეფარდებით, ე. ი. დათიშვას ისეთი შეფარდებით, როგორიც ჩვენ მივიღეთ ხორბალ პერსიკუმის სახესხვაობა *V. stramineum*-ის შეჯვარებით.

ამრიგად, *T. persicum v. stramineum*-ის გენოტიპია DDJJ, ხოლო *T. persicum v. fuliginosum*, *T. persicum v. rubiginosum*, *T. durum v. reichenbachii* და *T. turgidum v. striatum* — ddii.

საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი

(შემოვიდა 14.2.1975)

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

П. П. НАСКИДАШВИЛИ

К ИЗУЧЕНИЮ ГЕНОВ КОРОТКОСТЕБЕЛЬНОСТИ У ВИДА ПШЕНИЦЫ ДИКА — *T. PERSICUM* VAV.

Резюме

Изучение гибридов от скрещиваний разновидностей пшеницы персикум (*T. persicum v. stramineum*, *v. rubiginosum* и *v. fuliginosum*) с видами *T. durum* (*v. reichenbachii*) и *T. turgidum* (*v. striatum*) показало, что во всех этих скрещиваниях в F_2 выщепляются высокостебельные и короткостебельные растения. Соотношение между высокорослыми и низкостебельными растениями в гибридах с участием *v. stramineum* во втором поколении было близким к теоретически ожидаемому — 13 (высокорослых): 3 (низкостебельных), а в гибридах с участием разновидностей *v. rubiginosum* и *v. fuliginosum* 15 (высокорослых): 1 (низкостебельный).

Соотношение между высокорослыми и низкостебельными растениями позволяет высказать предположение о том, что разновидности пшеницы *T. persicum v. rubiginosum* и *v. fuliginosum* генетически отличаются от разновидности *v. stramineum*. Последняя является носителем доминантного гена D и доминантного гена ингибитора J.

Генотип разновидности *v. stramineum* — DDJJ, а разновидностей *v. rubiginosum*, *v. fuliginosum* (*T. persicum*) *v. striatum* (*T. turgidum*) и *v. reichenbachii* (*T. durum*) — ddii.

GENETICS AND SELECTION

P. P. NASKIDASHVILI

TOWARD THE STUDY OF SHORT STEMS IN GENES OF THE WHEAT SPECIES *T. PERSICUM* VAV.

Summary

A study of hybrids from the crossing of wheat varieties of *Persicum* (*T. persicum v. stramineum, v. rubiginosum* and *v. fuliginosum*) with the *T. durum* species (*v. reichenbachii*) and *T. turgidum* (*v. striatum*) has shown that in all these crossings in F_2 high-stem and short-stem plants deviate.

The correlation between high-stemmed and short-stemmed plants with participation of *v. stramineum* in hybrids in F_2 was close to the theoretically expected value of 13 (high-stemmed), but in hybrids with the participation of *v. rubiginosum* and *v. fuliginosum*-15 (high-grown): 1 (short-stemmed).

The correlation between high-stemmed and short-stemmed plants permits the assumption that *T. persicum v. rubiginosum* and *v. fuliginosum* genetically differ from *v. stramineum*. The latter appears as the carrier of the dominant gene D and the dominant gene inhibitor J.

The genotype of the variety *V. stramineum* is *DDJJ*, and those of *v. rubiginosum, v. fuliginosum* (*T. persicum*) *v. striatum* (*T. turgidum*) and *v. reichenbachii* (*T. durum*) are *ddii*.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. K. Nishikava. Jap. J. Genet. vol. 37, № 3, 1962.
2. J. G. Hermsen. Euphytica, 16, 1967.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 612.822.3+612.85

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Б. В. ЧХАРТИШВИЛИ, З. Ш. КЕВАНИШВИЛИ

ОБ ОДНОЙ ВОЗРАСТНОЙ ОСОБЕННОСТИ СЛУХОВОГО ВЫЗВАННОГО ПОТЕНЦИАЛА ЧЕЛОВЕКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии С. П. Нарикашвили 19.3.1975)

Слуховой вызванный потенциал (СВП) человека, как известно [1], состоит из двух комплексов колебаний: раннего ($P_1N_1P_2$) и позднего ($P_2N_2P_3$). Показано [1—3], что отношение между амплитудой ранних и поздних колебаний СВП зависит от функционального состояния исследуемого. В связи с этим представляло интерес выяснить, как меняется это отношение с возрастом.

Исследовано 11 взрослых лиц (от 23 до 43 лет) и 10 детей (от 8 до 14 лет) с нормальным слухом. СВП отводились с области вертекса хлорированным серебряным электродом (диаметр — 10 мм), заполненным электродной пастой. Референтный и заземляющий электроды устанавливались соответственно на мочке уха и на сосцевидном отростке. В качестве звуковых стимулов применялись тональные посылки (частота — 1 кгц, длительность — 300 мсек) с постепенным нарастанием и спадом (по 8 мсек). Усреднение индивидуальных СВП (количество усреднений — 50) производилось при помощи специализированного компьютера типа Дидак-4000. У каждого исследуемого СВП записывались при следующих интенсивностях звукового стимула: 0, 10, 20, 30, 40, 60 и 80 дб (по отношению к 0,0002 дин/см^2). Интервал между последующими стимулами равнялся 3,2 сек. Амплитуда ранних колебаний СВП высчитывалась от пика N_1 до пика P_2 колебаний, амплитуда поздних колебаний — от пика P_2 до пика N_2 колебаний. В каждом случае отношение между амплитудой ранних и поздних колебаний СВП коррелировалось с данными автоматического амплитудно-частотного анализа ЭЭГ. С этой целью ЭЭГ, записанная в ходе усреднения на магнитном регистраторе, пропускалась через оконечный каскад усилителей и подавалась на вход компьютера, работавшего в режиме построения амплитудных гистограмм. Строились амплитудные гистограммы как суммарной ЭЭГ (полоса пропускания — линейная от 0,5 до 30 гц), так и ее частотных составляющих в диапазоне дельта-($2\pm0{,}46$ гц), тета-($5\pm1{,}16$), альфа-($10\pm2{,}3$) и бета-($16\pm3{,}7$ и $25\pm5{,}8$) частот. Для получения частотной полосы ЭЭГ использовались полосовые 1/3-октавные фильтры. Гистограммы характеризуют статистическое распределение амплитуд электрических колебаний, возникающих в заданном промежутке времени. В наших исследованиях время построения гистограмм ограничивалось 2 минутами. Каждый адрес гистограммы характеризует плотность (вероятность возникновения) определенной амплитуды в анализируемой ЭЭГ: чем чаще возникает за время анализа какая-либо амплитуда, тем выше поднимается от основной линии адрес (точка) гистограммы, соответствовавший данной амплитуде. Средняя (нулевая) точка гистограммы соответствует изолинии ЭЭГ. Точки, находящиеся справа и слева от нее, соответствуют положительным и отрицательным колебаниям ЭЭГ. Амплитудную гистограмму характеризуют высотой нулевой точки: чем больше высота этой точки (чем выше амплитудная гистограмма), тем меньше амплитуда ЭЭГ.

Результаты проведенных нами исследований показали, что как у взрослых, так и у детей отношение амплитуды N_1P_2 к амплитуде P_2N_2 на всех уровнях звуковой стимуляции больше 1,0. На низких уровнях, однако, величина этого отношения несколько меньше (табл. 1). Следовательно, с нарастанием интенсивности звука повышение амплитуды поздних колебаний СВП происходит быстрее, чем ранних колебаний.

Таблица 1

Отношение амплитуды ранних колебаний СВП к амплитуде поздних колебаний ($M \pm m$) у детей (1) и взрослых (2) на разных уровнях звуковой стимуляции

№	0 дб	10 дб	20 дб	30 дб	40 дб	60 дб	80 дб	0—80 дб
1	1,5±0,3	1,6±0,3	1,2±0,2	1,4±0,1	1,3±0,1	1,3±0,1	1,1±0,1	1,3±0,1
2	2,5±0,6	1,7±0,3	1,9±0,3	1,8±0,2	2,0±0,4	1,5±0,2	1,7±0,3	1,9±0,2

Сравнение СВП у взрослых и детей показало, что поздние колебания СВП у взрослых выражены слабее, чем у детей (рис. 1). У детей,

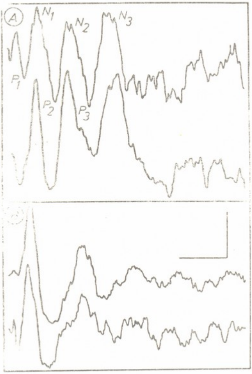


Рис. 1. Характерные СВП, записанные у детей (А) и взрослых (В). Возраст испытуемых лиц (сверху вниз): 12, 9, 38 лет и 23 года. СВП записаны в ответ на тональные посылки интенсивностью 80 дб. Калибровка: 200 мсек и 5 мкв.

кроме того, за поздним ($P_2N_2P_3$) комплексом нередко следует еще один комплекс колебаний с латентным периодом пика наиболее выраженного отрицательного колебания (N_3) порядка 400—500 мсек. Статистической обработкой всех ответов, записанных у взрослых ($n=77$) и детей ($n=70$) на всех уровнях звуковой стимуляции, определено, что у взрослых отношение амплитуды N_1P_2 к амплитуде P_2N_2 составляет 1,9 ($\pm$0,2), а у детей — 1,3 ($\pm$0,1). Различие между этими величинами статистически достоверно ($p<0,001$).

Проведенными ранее [3] исследованиями ранних и поздних колебаний СВП при разных функциональных состояниях испытуемого (бодрствование и сон) установлено, что поздний комплекс колебаний СВП является прямым коррелятом уровня синхронизации ЭЭГ. Основываясь на этих данных, можно предположить, что наблюдаемая нами возрастная особенность СВП — лучшая выраженность поздних колебаний у детей — является еще одним доказательством этой корреляции: согласно литературным данным [4], ЭЭГ у детей более синхронизирована, чем у взрослых. О большем уровне синхронизации ЭЭГ у детей свидетельствуют результаты амплитудно-частотного автоматического анализа ЭЭГ, записанной у исследуемых нами лиц в ходе усреднения СВП. Согласно этим результатам, высота амплитудных гистограмм как суммарной ЭЭГ, так и всех ее частотных составляющих у детей меньше (табл. 2), а это, как отмечалось, является доказательством большей амплитуды ЭЭГ, т. е. более высокого уровня синхронизации.

Таблица 2

Амплитуда суммарной ЭЭГ и ее отдельных частотных полос у детей (1) и взрослых (2)

№	Высота амплитудных гистограмм ($M\pm m$) в отн. ед.					
	0,5—30 гц	2±0,46 гц	5±1,16 гц	10±2,3 гц	16±3,7 гц	25±5,8 гц
1	50,2±2,7	32,2±3,9	29,9±1,8	34,2±2,6	50,2±3,7	66,6±5,4
2	94,8±3,6	62,0±3,3	68,0±4,6	74,3±4,9	89,4±7,2	100,0±5,0

Таким образом, в процессе развития головного мозга человека увеличивается отношение амплитуды ранних колебаний СВП к амплитуде поздних колебаний. Это увеличение происходит параллельно со снижением уровня синхронизации ЭЭГ, что следует связать с умень-

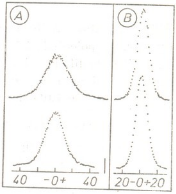


Рис. 2. Характерные амплитудные гистограммы ЭЭГ у детей (А) и взрослых (В). Возраст испытуемых лиц: 12 и 9 лет и 34 и 23 года. Калибровка адресов гистограммы (амплитуды положительных и отрицательных колебаний анализируемой ЭЭГ) — по градуированной горизонтальной линии (0±20±40 мкв); калибровка плотности каждого адреса в сумме всех адресов гистограммы — по вертикальной линии, соответствующей одному проценту общего числа семплирования (суммарной высоты всех адресов гистограммы)

шением влияния на кору больших полушарий синхронизирующих структур мозга или с усилением влияния десинхронизирующих структур.

Наблюдаемая нами возрастная особенность СВП представляет определенный практический и теоретический интерес. С одной стороны, с этой особенностью СВП следует считаться в клинической аудиологии — при исследовании слуховой функции на основе регистрации СВП (компьютерная аудиометрия). С другой стороны, получает дополнительное подтверждение ранее высказанное предположение [3] о близкой генетической связи поздних колебаний СВП с синхронизирующими структурами головного мозга, в частности с неспецифической таламической синхронизирующей системой.

Тбилисский государственный институт
усовершенствования врачей.

(Поступило 21.3.1975)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ბ. ჩხარტიშვილი, ზ. ქევანიშვილი

ადამიანის სმენითი გამოწვეული პოტენციალის ერთი ასაკობრივი თავისებურების შესახებ

რეზიუმე

ადამიანის თავის ტვინის განვითარებასთან ერთად ადგილი აქვს სმენითი გამოწვეული პოტენციალების პარამეტრების კანონზომიერ ცვლილებას. მნიშვნელოვნად იზრდება, კერძოდ, ამ პოტენციალთა ადრეული კომპონენტების ამპლიტუდის ფარდობა გვიანი კომპონენტების ამპლიტუდასთან. ადრეული და გვიანი კომპონენტების ფარდობის ზრდა ასაკის მატებასთან ერთად ეეგ-ს დესინქრონიზაციის გაძლიერებასთან არის დაკავშირებული.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

B. V. CHKHARTISHVILI, Z. Sh. KEVANISHVILI

ABOUT A CERTAIN AGE PECULIARITY OF THE HUMAN AUDITORY EVOKED POTENTIAL

Summary

With maturation of the human brain regular changes in parameters of auditory evoked potentials take place. In particular, there is a significant increase in the amplitude ratio of early *vs* late components. The increase is in good agreement with the developmental changes of EEG, namely with the heightening of the EEG desynchronization level.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. L. Williams, D. I. Tepas, H. C. Morlock. Science, 138, 1962, 685.
2. H. Fruhstorfer, R. M. Bergström. Electroenceph. Clin. Neurophysiol., 27, 1969, 346.
3. Z. Sh. Kevanishvili, B. Freigang, O. A. Khachidze, V. S. Aphonchenko. IV Symposion über Cochleaforschung. Halle, 1974.
4. F. A. Gibbs, E. L. Gibbs. Atlas of Electroencephalography. Cambridge, Addison-Wesley Press Inc., 1948.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 612.827:612.82

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Д. А. КВАЧАДЗЕ

О ХАРАКТЕРЕ ВНУТРИЦЕНТРАЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ КРОВЕЛЬНОГО ЯДРА МОЗЖЕЧКА И ЗАДНЕГО ГИПОТАЛАМУСА

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 15.4.1975)

Известно, что в формировании целостной реакции головного мозга принимают активное участие различные функциональные системы, или так называемые «системы внутрицентральной регуляции». Одной из таких структур, функционально тесно связанной с ретикуло-гипоталамической областью, является палеоцеребеллярная система, участвующая в широкой интеграции и корреляции как двигательных, так и некоторых вегетативных функций [1—11].

В этой связи приобретает определенный интерес электроэнцефалографический (ЭЭГ) и электрокардиографический (ЭКГ) анализ их функционального взаимоотношения в реализации эффектов, вызванных стимуляцией кровельного ядра.

Опыты проводились на обездвиженных диплацином (4—6 мг/кг) кроликах весом 3—3,5 кг в условиях острого эксперимента. Подопытным животным вживлялись биполярные нихромовые электроды диаметром 0,1 мм в стеклянной изоляции и с межполюсным расстоянием 0,1—0,15 мм, которые имплантировались в кровельное ядро, задний гипоталамус, мезэнцефальную ретикулярную формацию и дорзальный гиппокамп.

Одновременно регистрировалась и электрокардиограмма.

Запись биоэлектрической активности производилась на электроэнцефалографе ЭЭГ-16—01 м. Стимуляция вышеперечисленных структур осуществлялась прямоугольными импульсами от двухканального стимулятора СТ-10 через радиочастотные приставки.

По окончании каждого опыта раздражавшиеся структуры маркировались и локализация электродов определялась гистологически.

Электрофизиологическим показателем функционального состояния кровельного ядра являлся порог десинхронизации электрокортикограммы (ЭКоГ) при его высокочастотной стимуляции током 250 гц, 0,5 мсек, показателем же функционального состояния заднего гипоталамуса — порог и длительность разрядов последействия, которые наступали при его низкочастотной стимуляции током 50 гц, 1 мсек.

Опыты показали, что пороговая стимуляция (2—2,5 в) кровельного ядра указанными выше параметрами тока вызывала реакцию десинхронизации во всех корковых отведениях как в момент стимуляции, так и через некоторое время после него.

В результате несколько более интенсивного раздражения этого же ядра (5 в), наряду с более отчетливо выраженной десинхронизацией ЭКоГ, изменяется ритм сердечной деятельности с элементами единичной или групповой экстрасистолии (рис. 1 А), сопровождаемой мидриазом.

Вследствие низкочастотной стимуляции заднего гипоталамуса (1,5—2 в) в этой структуре возникают групповые вспышки разрядов последействия продолжительностью 1,5—4 сек (рис. 2,А).

Попарная пороговая стимуляция заднего гипоталамуса значительно пролонгировала и усиливала кровельные эффекты, раздражение кровельного ядра на этом фоне вызывало более длительную реакцию десинхронизации и ритм напряжения в мезенцефальной ретикулярной формации и заднем гипоталамусе с одновременными более выраженными и длительными электрокардиографическими сдвигами (рис. 1,Б).

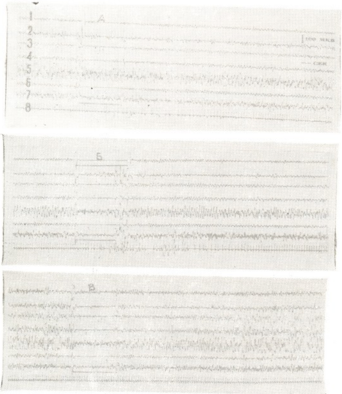


Рис. 1. Влияние стимуляции кровельного ядра (5 в) на ЭЭГ и ЭКГ. А — в контроле, Б—на фоне попарной стимуляции с задним гипоталамусом (2 в), В — на фоне действия аминазина (2,5 мг/кг). 1 — задний гипоталамус, 2 — лобная кора, 3 — височная кора, 4 — затылочная кора, 5 — дорсальный гиппокамп, 6 — мезэнцефальная ретикулярная формация, 7 — контралатеральное кровельное ядро, 8 — ЭКГ

С другой стороны, попарная стимуляция кровельного ядра повышала порог, обусловливавший разряды последействия, вызванные раздражением заднего гипоталамуса, и вызывала их значительное пролонгирование с одновременной иррадиацией в мезэнцефальную ретикулярную формацию и контралатеральное кровельное ядро.

В противоположность этим опытам, аминазин (2,5—5 мг/кг) вызывал полную блокаду электрокардиографических эффектов и значительно (в 6 и более раз) повышал порог их возникновения. Вместе с тем, аминазин, хотя несколько и подавлял характерные сдвиги биоэлектрической активности во всех регистрируемых областях мозга в контроле при стимуляции кровельного ядра, но все же вызывал характерную для себя десинхронизацию, особенно в периоде стимуляции.

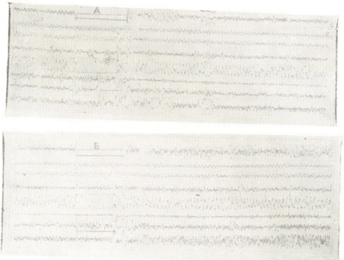


Рис. 2. Влияние стимуляции заднего гипоталамуса (2 в) на ЭЭГ А — в контроле, Б — на фоне попарной стимуляции с кровельным ядром. Обозначения, калибровка амплитуды и времени та же, что и на рис. 1

Таким образом, наши данные подтверждают экспериментальные исследования [11] относительно непосредственного участия гипоталамического уровня интеграции в реализации вегетативных сдвигов, вызванных стимуляцией кровельного ядра. Тот факт, что на фоне действия аминазина раздражение кровельного ядра, хотя и только в момент стимуляции, но все же обнаруживает специфические сдвиги в коре и заднем гипоталамусе, подтверждает ранее высказанное нами [4, 5] предположение о наличии полисинаптических каналов реализации кровельных сердечно-сосудистых эффектов и указывает на существование обособленных кровельно-гипоталамических и фастигио-корковых связей.

Тбилисский государственный
медицинский институт

(Поступило 17.4.1975)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

დ. კვაჭაძე

ნათხემის ფასტიგიალური ბირთვისა და უკანა ჰიპოთალამუსის ინტრაცენტრალური ურთიერთდამოკიდებულების საკითხისათვის

რეზიუმე

დაუნარკოზებელ კურარიზებულ კურდღლებზე შეისწავლებოდა ფასტიგიალური ბირთვის (250 სეკ) და უკანა ჰიპოთალამუსის (50 სეკ) ცალ-ცალკე

და მათი დაწყვილებული გაღიზიანებათა ეფექტები ეეგ-ზე და ეკგ-ზე კონტროლისა და ამინაზინის ფონზე.

მიღებული ცდების შედეგები იძლევა საფუძველს ვიფიქროთ, რომ ფასტიგიალური ეკგ ეფექტების რეალიზაცია გარდა პოლისინაფსური გზებისა ხორციელდება ოლიგოსინაფსური ფასტიგიო-ჰიპოთალამური და ფასტიგიო-კორტიკალური გზების მეშვეობითაც.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

D. A. KVACHADZE

ON THE CHARACTER OF INTRACENTRAL RELATIONSHIP OF CEREBELLAR FASTIGIAL NUCLEUS AND POSTERIOR HYPOTHALAMUS

Summary

The EEG and ECG effects of the fastigial nucleus (250 sec) and posterior hypothalamus (500 sec) under separate and paired stimulation against the background of control and aminazine were studied in experiments involving curarized rabbits.

Analysis of the data obtained gives ground to assume that the realization of fastigial ECG effects is—apart from polysynaptic ways—carried out by oligosynaptic fastigio-hypothalamic and fastigio-cortical ways as well.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Н. Беллер, М. И. Талан. Физиол. ж. СССР, 58, 1, 1972, 29—30.
2. М. И. Гуревич, А. И. Вышатина. Физиол. ж. СССР, 59, 1, 1973, 1715—1723.
3. А. М. Зимкина. О вегетативных функциях мозжечка. Автореферат, М., 1943.
4. Д. А. Квачадзе. Сообщения АН ГССР, 76, № 1, 1974, 149—153.
5. Д. А. Квачадзе. Труды Тбилисского гос. мед. ин-та, 24, 1974, 444—447.
6. Д. А. Квачадзе. Труды Тбилисского гос. мед. ин-та, 24, 1974, 447—450.
7. М. И. Талан. Функциональная организация мозжечка на некоторые вегетативные функции. Автореферат, Л., 1970.
8. M. Miura, D. Reis. Brain Res., 13, 13, 1969, 595—599.
9. C. Sawyer, J. Hilliard, F. Ban. Am. J. Physiol., 200, 3, 1961, 405—412.
10. J. Zancetti, J. Zoccolini. J. Neurophysiol., 17, 5, 1954, 475—483.
11. D. Reis, M. Cuenod. Am. J. Physiol., 209, 6, 1965, 1267—1279.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 612.82

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

А. А. МИНДАДЗЕ, В. М. МОСИДЗЕ, Т. Д. КАКУБЕРИ

О «МУЗЫКАЛЬНОЙ» ФУНКЦИИ ПРАВОГО ПОЛУШАРИЯ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Ониани 4.3.1975)

Согласно классическим представлениям неврологов, одной из особенностей функциональной организации головного мозга человека является неравномерное, асимметричное распределение высших психических функций между полушариями. В частности, традиционно считается, что левое полушарие играет доминантную роль в интеллектуальной и психической деятельности человека. Правому же полушарию приписывается второстепенное значение. Некоторые исследователи [1, 2] полагают, что правое полушарие — рудиментарный орган, и нередко называют его «имбецилом».

Однако недавно, с усовершенствованием методов неврологических исследований, удалось выявить неизвестные до сих пор функции правого полушария [3, 4]. Исследования, проведенные в неврологических клиниках [5, 6], показали, что у больных при поражении правого полушария нарушается способность чертить простые геометрические фигуры (треугольник, квадрат и т. д.), т. е. у них страдает топографическое мышление. У таких больных нарушается также восприятие схемы тела [7].

Внимания заслуживают также наблюдения, указывающие на латерализацию «музыкальной» функции у человека. Большинство авторов считает, что при поражении вторых лобных извилин отмечается моторная амузия. Но мнения исследователей о значении стороны повреждения расходятся.

За последнее время появились работы, авторы которых высказываются в пользу того, что музыкальные способности человека определяются функционированием правого полушария [8—10].

Мы задались целью, вызывая депрессию правого полушария пробой Вада, изучить некоторые вопросы латерализации «музыкальной» функции у человека. Как известно, проба Вада широко применяется для установления доминантного полушария, что имеет определенное значение для тактики нейрохирурга.

Исследования проводили следующим образом: под местной анестезией (1—2 мл 2%-го раствора новокаина подкожно) производили пункцию ствола общей сонной артерии; затем в артерию в течение 1,5—2 секунд вводили 180—220 мг этаминала натрия, растворенного в 10 мл физиологического раствора, подогретого до температуры тела. Введение препарата вызывало депрессию на 5—7 минут того полушария, на стороне которого вводился раствор, после чего влияние инъекции проходило бесследно.

Мы обследовали четырех пациентов, которым по разным причинам нужно было произвести правостороннюю ангиографию. После ангиографии, не производя повторного укола, больным вводили соответствующую дозу этаминала натрия. Для исследования специально подбирали пациентов с доминированием левого полушария и музыкальным слухом. Доминантность левого полушария устанавливали на основании наличия у пациентов правшества, правого ведущего глаза и отсутствия скрытых признаков левшества. Доминантное полушарие окончательно устанавливали при помощи пробы Вада, что имело значение, как об этом говорилось выше, для решения вопроса целесообразности хирургического вмешательства. Речь и пение больного до и после инъекции этаминала натрия записывали на магнитной ленте.

После введения этаминала натрия в правую общую сонную артерию, через 1,5—2 секунды, пациенты были не в состоянии повторить правильно мелодию, которую они напевали до инъекции, или же вообще не могли петь. При этом они свободно произносили слова песни, разговаривали и адекватно отвечали на вопросы, могли выполнить некоторые задания (сжимали пальцы правой руки, поднимали правую руку и т. д.). На всех пациентах мы получили однотипные данные — после депрессии правого полушария способность к пению резко нарушалась, наступала моторная (экспрессивная) амузия, которая длилась в продолжение 2—3 минут и затем постепенно исчезала.

Полученные нами данные дают основание полагать, что музыкальная способность, в частности пение, в основном реализуется деятельностью правого полушария. Надо думать, что при доминантности левого полушария такой вывод не должен вызывать сомнения. Что же касается случаев, когда доминирует правое полушарие (у левшей), или же «равноценности» полушарий (у амбидекстров), то в таких случаях «музыкальные центры» могут быть распределены между полушариями по-разному. Этим, видимо, следует объяснить то противоречие, которое существует по поводу латерализации «музыкальной» функции.

В пользу нашего заключения можно привести и наши наблюдения, проведенные на пациентах с выраженной моторной афазией (20 больных). Контингент подбирали еще по одному показателю — пациенты должны были иметь музыкальный слух и должны были петь.

Обследование показало, что больные с выраженной моторной афазией (которые произносили только некоторые слоги, как например «да-да», «тя-тя», «ма-ма» и т. д.) прекрасно пели мелодию, но петь со словами не могли. Правда, в литературе описываются случаи, когда некоторые пациенты с моторной афазией могли петь и во время пения произносили слова (Бентон и Джоинт, 1960), но при выраженной моторной афазии мы этого не наблюдали. В случаях же, когда моторная афазия была выражена умеренно (восемь больных), пение способствовало активации вербальной функции.

Все вышесказанное дает нам право сделать заключение о том, что музыкальная способность человека латерализована и что экспрессивная «музыкальная функция» в основном зависит от деятельности правого полушария.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии

(Поступило 14.3.1975)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ა. მინდაძე, ვ. მოსიძე, თ. კაკუბერი

ადამიანის თავის ტვინის მარჯვენა ჰემისფეროს „მუსიკალური“ ფუნქციის შესახებ

რეზიუმე

ნევროლოგთა კლასიკური მონაცემების თანახმად, ადამიანის თავის ტვინის ფუნქციური ორგანიზაციის ერთ-ერთ თავისებურებას წარმოადგენს ჰემისფეროთა შორის უმაღლეს ფსიქიკურ ფუნქციათა არათანაბარი განაწილება. გამოკვლევებით დადგენილ იქნა, რომ ძირითადად მარჯვენა ჰემისფეროს აქტივობაზეა დამოკიდებული ადამიანის ტოპოგრაფიული აზროვნება და სხეულის სქემის აღქმა.

მიღებული მონაცემები იძლევიან საფუძველს დავასკვნათ, რომ ადამიანის მუსიკალური უნარი ლატერალიზებულია და რომ ადამიანის მუსიკალური ექსპრესიის უნარი ძირითადად მარჯვენა ჰემისფეროს ფუნქციონირებაზეა დამოკიდებული.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

A. A. MINDADZE, V. M. MOSIDZE, T. D. KAKUBERI

CONCERNING THE ‘MUSICAL’ FUNCTION OF THE RIGHT CEREBRAL HEMISPHERE IN HUMAN BEINGS

Summary

The authors have studied 28 patients with an ear for music suffering from motor aphasia of various degree. Besides, four patients were subjected to right-side angiography with a view to studying the ability of musical expression prior to and during depression of the right hemisphere.

The results warrant the conclusion that in human beings musical ability is lateralized and that the ability of musical expression mainly depends on the functioning of the right hemisphere.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. S. Henschen. Brain, 49, 1926, 110.
2. R. Yung. In: Interhemispheric Relations and Cerebral Dominance. Summary of the conference. Baltimore, 1962, 264.
3. В. М. Мосидзе, Р. С. Рижинашвили, Н. К. Тотибадзе, З. Ш. Кеванишвили, К. К. Акбардия. Расщепленный мозг. Тбилиси, 1972.
4. В. М. Мосидзе, К. К. Акбардия. Функциональная симметрия и ассимметрия полушарий мозга. Тбилиси, 1973.
5. H. Hecaen. In: Interhemispheric Relations and Cerebral Dominance. Baltimore, 1962, 215.
6. Zangwill. Res. Publ. Assoc. Res. Nerv. Ment. Dis., 42, 1964, 103.
7. С. В. Бабенкова. Клинические синдромы поражения правого полушария мозга при остром инсульте. М., 1971.
8. B. Milner. In: Interhemispheric Relations and Cerebral Dominance. Baltimore, 1962, 177.
9. D. Kimura. Canad. J. Psychol., 15, 1961, 156.
10. D. Kimura. Quart. J. Exp. Psychol., 16, 1964, 355.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 616.006.446:612.015

БИОХИМИЯ

Э. Ш. ХУЦУРАУЛИ, Е. Н. ЦВЕРАВА

ИЗМЕНЕНИЯ КИНИНОГЕНА И АКТИВНОСТИ КИНИНАЗ ПРИ МИЕЛОМНОЙ БОЛЕЗНИ

(Представлено академиком П. А. Кометиани 2.4.1975)

С тех пор как Беральдо, Розенфельд и Роше с Сильва (1948) открыли высокоактивный полипептид — брадикинин, обладающий сильным фармакологическим действием на организм животных и человека, изучением этого вещества занялись многие исследователи. В результате этих исследований была выявлена роль сложной гуморальной системы организма, названной кининовой системой.

Группа вазоактивных полипептидов, получившая название кининов, кинин-гормонов или местных гормонов, вызывает ряд сосудистых расстройств, в частности периферическую дилятацию, резкое падение кровяного давления и повышение проницаемости сосудистой стенки.

Нарушение нормальной скорости образования или распада кининов плазмы может привести к их увеличению в циркулирующей крови, а следовательно, и к ряду патологических состояний. Выявление звена, в котором может происходить это нарушение, имеет важное значение для понимания патогенеза того или другого патологического состояния [1].

На сегодняшний день доказано участие кининов в патогенезе целого ряда заболеваний (шоки различной этиологии, ревматизм, карциноидный синдром, воспаление, бронхиальная астма и др.). Что касается миеломной болезни, то в доступной нам литературе мы не нашли сведений относительно изменения кининовой системы при данном заболевании.

Учитывая вышеизложенное, мы решили изучить основные компоненты кининовой системы плазмы крови при миеломной болезни, а также по возможности выявить участие кининов в проявлении некоторых симптомов, характерных для данного заболевания.

Для оценки состояния кининовой системы при миеломной болезни мы изучали уровень кининогена и активности кининаз в плазме крови.

Количественное определение кининогена в плазме крови производили методом Диниц и Карвалхо в модификации Т. С. Пасхиной и Т. П. Егоровой, результат выражали в мкг/мл брадикинина [2].

У обследованных нами больных с миеломной болезнью при поступлении их в стационар НИИ гематологии и переливания крови им. акад. Г. М. Мухадзе на фоне резко выраженной анемии, высокого РОЭ, большого числа плазматических клеток в костном мозге и выраженной парапротеинемии наблюдались сильное снижение уровня кининогена (в среднем М=0,99 мкг/мл) и повышение кининазной активности (в среднем М=0,046 мл/плазмы). У 9 из 15 исследованных больных до лечения цитостатиками был резко снижен уровень кининогена (М=0,75 мкг/мл) и повышена кининазная активность (М=

0,05 мл/плазмы). После проведенного лечения с улучшением клинического состояния больных и уменьшением количества плазматических клеток в костном мозгу и периферической крови уровень кининогена несколько повысился ($M=2,1$ мкг/мл), а кининазная активность достигла нормы ($M=0,069$ мл/плазмы).

У остальных 6 больных при поступлении также отмечались низкий уровень кининогена и высокий показатель кининазной активности. Несмотря на активное лечение, клиническое состояние больных продолжало оставаться тяжелым, кининоген понижался еще резче, кининазная активность оставалась высокой ($M=0,56$ мкг/мл и $M=0,05$ мл/плазмы). Клинико-гематологическая ремиссия у этих больных ни в одном случае не была получена.

Данные целого ряда авторов, а также наши наблюдения указывают на довольно резкие изменения в печени при миеломной болезни. У изученных нами больных наблюдались характерные для данного заболевания изменения в функциональных пробах печени — резкий сдвиг ленты Вельтмана вправо при γ-миеломе, сдвиг влево при β-миеломе, положительная реакция Таката-Ара. В белковом спектре крови в большинстве случаев имела место гиперпротеинемия, причем в зависимости от формы миеломы макроградиент мигрировал в области γ-глобулина либо между α_2 и β-глобулином или между α_2 и β-фракциями глобулина. Иммуноэлектрофоретически в 8 случаях был обнаружен JgG, в 3 — JgA в 2 — микропарапротеин Бенс-Джонса и в 2 — JgA и микропарапротеин Бенс-Джонса.

По данным Пенде и Хиарони [3], в 37,5% случаев при миеломной болезни наблюдается гепатомегалия. Гуглиельмо наблюдал гепатомегалию J 46,7% больных, Г. А. Алексеев и Н. Е. Андреева [3] — J 17%. При гистологическом исследовании печени в случае миеломной болезни, протекающей с гепатомегалией, а иногда и без заметного увеличения печени, нередко обнаруживаются миеломные клетки. Причем клеточные островки, состоящие из неоплазированных плазматических клеток, располагаются по ходу внутрипеченочных разветвлений воротной вены.

Г. А. Алексеев и Н. Е. Андреева [3] отмечают также что, наряду со специфическими ретикулоплазматическими инфильтрациями, в печени обнаруживаются и неспецифические изменения: застойные явления (по типу мускатной печени), паренхиматозные поражения (по типу умеренной жировой дистрофии), гемосидероз, особенно при анемических формах.

На сегодняшний день известно, что синтез кининогена происходит в печени. Согласно [4], снижение содержания кининогена при заболеваниях печени объясняется не активированием калликреин-кининовой системы, а снижением белково-синтетической функции печени.

По данным некоторых авторов [5, 6], у больных циррозом печени и острым гепатитом наблюдается высокая кининазная активность. Эти авторы считают, что местом образования кининаз является не печень, а какой-то другой источник, ввиду того что кининазы в этих случаях качественно отличны от таковых, образовавшихся в печени.

По нашим данным, необычные изменения компонентов кининовой системы при миеломной болезни в основном совпадают с таковыми, наблюдаемыми рядом авторов при патологии печени.

НИИ гематологии и переливания крови
им. акад. Г. М. Мухадзе МЗ ГССР

(Поступило 24.4.1975)

ბიოქიმია

ე. ხუცურაული, ე. წვერავა

კინინოგენის და კინინაზის აქტივობის ცვლილება მიელომური დაავადების დროს

რეზიუმე

აღწერილია კინინების სისტემის ზოგიერთ კომპონენტთა (კინინოგენი, კინინაზის აქტივობა) მდგომარეობა მიელომური დაავადებით შეპყრობილ პირებში. კინინოგენის დონე და კინინაზის აქტივობა გამოკვლეული იყო დინამიკაში. გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ მიელომური დაავადების დროს ადგილი აქვს კინინოგენის დონის მკვეთრ შემცირებას და კინინაზის აქტივობის მომატებას. ჩატარებული მკურნალობის შედეგად კინინოგენის დონე მატულობს (მაგრამ არა ნორმამდე), კინინაზის აქტივობა კი ნორმის ფარგლებში მერყეობს.

BIOCHEMISTRY

E. Sh. KHUTSURAULI, E. N. TSVERAVA

CHANGES OF KININOGEN AND KININASE ACTIVITY IN MYELOMA DISEASE

Summary

Changes in some components (kininogen, kininase activity) of the kinin system have been studied in patients with myeloma. The kininogen level and kininase activity were determined in dynamics.

It has been demonstrated that in myeloma disease the kininogen levels are drastically lowered, whereas kininase activity is heightened.

Kininogen levels increase (however, never attaining the norm) and kininase activity is normal in patients of better clinical condition.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. С. Пасхина. Сб. «Молекулярные основы патологии». М., 1966.
2. Т. С. Пасхина, Т. П. Егорова и др. Сб. «Современные методы в биохимии», т. 2. М., 1968, 232—261.
3. Г. А. Алексеев, Н. Е. Андреева. Миеломная болезнь. М., 85, 1966.
4. З. А. Бондарь, Т. С. Пасхина, И. С. Мелкумова. Лаб. дело, № 4, 1970, 237—240.
5. J. Dedichen, J. Vystyd. J. Clin. Lab. Invest., 24, 1969, 125—127.
6. N. Watanabe, A. Keishi *et al.* J. Exp. Med., Tohoku, 89, 1966, 383-386.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 577

БИОХИМИЯ

Р. К. МИНДАДЗЕ, Е. Н. ДАТУНАШВИЛИ, Г. А. СОБОЛЕВА,
М. А. БОКУЧАВА (член-корреспондент АН ГССР)

ИССЛЕДОВАНИЕ О-ДИФЕНОЛОКСИДАЗЫ ВИНОГРАДА И СОКА МЕТОДОМ ИЗОЭЛЕКТРОФОКУСИРОВАНИЯ В ПОЛИАКРИЛАМИДНОМ ГЕЛЕ

Исследованиями установлено присутствие о-дифенолоксидазы в различных частях виноградной грозди. Активность ее сохраняется в течение всего вегетационного периода [1, 2]. Этот фермент катализирует окисление широкого круга фенольных веществ и вызывает вторичные окислительные процессы [3—5]. Применение современных методов исследования — гельфильтрации, ионообменной хроматографии, электрофореза в полиакриламидном геле и др., послужило толчком к более глубокому изучению изоферментного состава о-дифенолоксидазы и ее свойств [6—11].

Целью настоящей работы явилось изучение состава изоферментных спектров о-дифенолоксидазы винограда и сусла на разных этапах созревания.

Исследовались ягоды сорта Мускат Александрийский, культивируемого на Южном берегу Крыма. Обогащенную фракцию белка ягод, освобожденную от полифенолов и обладающую о-дифенолоксидазной активностью, получали по ранее описанной методике [12], высокомолекулярную фракцию сусла отделяли на сефадексе Г-25, белок осаждали сернокислым аммонием и затем диализовали [13]. Содержание белка определяли по Л о у р и [14] и спектрофотометрически при 280 нм, концентрирование белков для электрофоретических исследований осуществляли с помощью шприца, заполненного сефадексом Г-25 [15].

Изоэлектрические точки о-дифенолоксидазы экстракта ягод винограда и сока во время созревания

1 июля	9 сентября		3 октября	
Экстракт ягоды	Экстракт ягоды	Сусло	Экстракт ягоды	Сусло
2,9	2,2	2,6	3,5	4,8
3,6	2,9	3,3	3,7	5,25
4,8	3,4	3,6	4,0	5,4
5,15	3,85	3,8	4,2	6,9
5,3	4,0	3,85	4,5	7,1
5,4	4,8	3,9	4,7	7,2
5,6	5,1	4,8	4,9	7,4
5,7	5,5—5,6	5,3	5,2	
6,1	6,6—6,7		5,4	
7,6	7—7,2		5,8	
			6,3	

Для дальнейшей очистки фермента белки сусла хроматографировали на ДЭАЭ-целлюлозе, уравновешенной 0,005 М фосфатным буфером (pH 7,8). Ионная сила возрастала ступенчато (от 0,05 до 5 М). Градиент ионной силы создавали добавлением к буферному раствору NaCl [16, 10]. Электрофорез в 7,5% геле полиакриламида проводили по Д э в и с у [17]. Молекулярные массы изоферментов о-дифенолоксидазы определяли по Хедрику и Смиту [18], используя различные концентрации акриламида. Метчиками служили белки с известными молекулярными весами: цитохром-с, альбумин яичный, альбумин бычий и каталаза.

Для осаждения о-дифенолоксидазы из сусла использовали бентонит [19]. Из бентонитового осадка белок, обладающий ферментативной активностью, извлекали 0,2 М фосфатно-цитратным буфером (pH 7,8), содержащим 1% детергента Твин-80 и 1% полиэтиленгликоля (м. в. 3000). Соотношение осадка и раствора 1:10. Смесь встряхивали на качалке в течение 60 минут и потом в течение 30 минут центрифугировали при 20000 xg. После диализа белки концентрировали до 1 мг/мл. Белки, оставшиеся в сусле после обработки бентонитом, осаждали сернокислым аммонием 100% насыщения и далее диализовали и концентрировали по методике, описанной выше.

Изоэлектрофокусирование проводили по М. К. Гильманову [20], используя амфолины в диапазоне pH 3—10. Для полимеризации геля применяли рибофлавин. В качестве метчика использовали яичный альбумин.

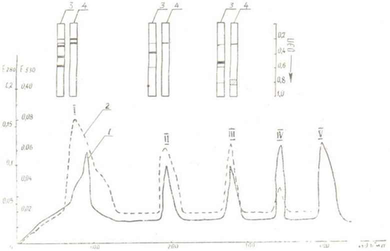


Рис. 1. Хроматографическое разделение на ДЭАЭ-целлюлозе суммарного препарата белков сока: 1 — белковые фракции, 2 — белковые фракции, обладающие о-дифенолоксидазной активностью, 3 — электрофореграмма белковых отдельных хроматографических фракций, 4 — электрофореграмма изоферментов о-дифенолоксидазы, I—V — хроматографические фракции, ▩ — основные электрофоретические зоны, ▤ — минорные компоненты

Из таблицы видно, что наиболее полный набор изоферментов содержит ягода в период созревания (9/IX—1973 г.) По мере созревания ягод в соке уменьшается общее содержание кислых изоферментов, одновременно увеличивается количество изоферментных зон в слабокислой и слабощелочной зонах.

Ферментативно-активный белок, полученный из винограда, хранившегося в течение 2 месяцев на холоде (+4°), после пропускания на ДЭАЭ-целлюлозе делится на четыре фракции (рис. 1). Следует отметить, что электрофоретически гомогенная фракция о-дифенолоксидазы, локализованная во втором пике, при изоэлектрофокусировании дает три зоны с рУ 5,8; 6,1; 6,6 (рис. 2).

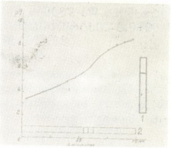


Рис. 2. Электрофореграмма о-дифенолоксидазы сока, фракционированного на ДЭАЭ-целлюлозе 0,1 М фосфатно-цитратным буфером (рН 7,8) (I); та же фракция, разделенная изоэлектрофокусированием (II)

Нами установлено, что бентонит в дозе 3 г/л удаляет почти все изоферменты о-дифенолоксидазы.

Молекулярные массы основных фракций о-дифенолоксидазы равны 200 000, 63 000 и 61 000 (рис. 3).

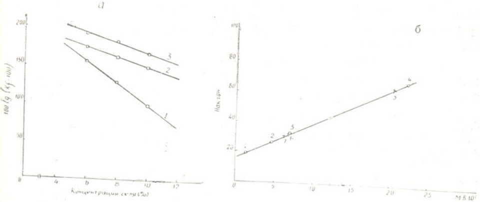


Рис. 3. Определение молекулярных масс изоферментов о-дифенолоксидазы винограда: а — графическое выражение зависимости подвижности изоферментов о-дифенолоксидазы от концентрации полиакриламидного геля (наклон): 1 — наклон первой зоны, 2 — второй зоны, 3 — третьей зоны; б — калибровочная кривая: 1 — цитохром-с, 2 — яичный альбумин, 3 — бычий альбумин, 4 — каталаза, 5 — первый, 6 — второй и 7 — третий изоферменты о-дифенолоксидазы

Таким образом, наши эксперименты показали, что изоэлектрические точки изоферментов о-дифенолоксидазы ягоды и сока по мере развития и созревания плода существенно меняются. В период технической зрелости изоэлектрические точки всех изоферментов выше рН сока.

Всесоюзный научно-исследовательский институт виноделия и виноградарства

Академия наук СССР
Институт биохимии
им. А. Н. Баха

(Поступило 5.11.1974)

ბიოქიმია

რ. მინდაძე, ე. დათუნაშვილი, გ. სობოლევა, მ. ბოკუჩავა
(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

ყურძნისა და წვენის ო-დიფენოლოქსიდაზას გამოკვლევა იზოელექტროფოკუსირების მეთოდის გამოყენებით პოლიაკრილამიდის გელში

რეზიუმე

შესწავლილია ო-დიფენოლოქსიდაზას აქტივობა ნაყოფის განვითარების და დამწიფების პერიოდში იზოელექტროფოკუსირების მეთოდით პოლიაკრილამიდის გელში. ნაჩვენებია, რომ ყველაზე ფართო იზოფერმენტების დიაპაზონი იმყოფება ყურძნის დამწიფების დაწყებით პერიოდში.

BIOCHEMISTRY

R. K. MINDADZE, E. N. DATUNASHVILI, G. A. SOBOLEVA,
M. A. BOKUCHAVA

INVESTIGATION OF O-DIPHENOLOXIDASE OF GRAPES AND MUST BY MEANS OF ISOELECTRIC FOCUSING IN POLYACRYLAMIDE GEL

Summary

The activity of o-diphenoloxidase (1) during the development and ripening of fruit was investigated by means of isoelectric focusing in polyacrylamide gel. It is shown that from the onset of ripening grapes have a wide number of isoenzymes (1) with isoelectric points 2.2—7.2.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. В. Дурмишидзе. Биохимия, 1, 1950, 59.
2. С. В. Дурмишидзе. Дубильные вещества и антоцианы виноградной лозы и вина. М., 1955.
3. А. И. Опарин. Экспер. биол. и мед., 15, 1927, 246.
4. С. В. Дурмишидзе. Прикладная биохимия и микробиология, 1, 1965, 1.
5. Г. А. Соболева. Биохимия и прогрессивная технология чайного производства. М., 1966.
6. E. E. Harel, A. M. Mayer. Phytochemistry, 10, 1971, 17.
7. H. P. Lerner, A. M. Mayer, E. Harel. Phytochemistry, 11, 1972, 2415.
8. E. Harel, A. M. Mayer, H. Lehman. Phytochemistry, 12, 1973, 2619.
9. H. Schefer. Vitis, 10, 1971, 31.
10. С. В. Дурмишидзе, О. Т. Хачидзе, Г. Н. Пруидзе. Физиология растений, 21, 1974, 75.
11. Г. Н. Пруидзе, О. Т. Хачидзе. Сб. «Биохимия растений», 1. Тбилиси, 1974.
12. М. А. Бокучава, Г. А. Соболева, Е. Н. Датунашвили, Р. К. Миндадзе. Прикладная биохимия и микробиология, 9, 1974, 275.
13. Н. М. Павленко, Е. Н. Датунашвили. Прикладная биохимия и микробиология, 5, 1969, 464
14. H. I. Lowry, H. I. Roserrough, A. L. Farr, I. Randall. J. Biol. Chem., 193, 1951, 265.
15. Ч. Мак-Кенна, М. К. Вейнова, Н. П. Львов, Н. С. Сергеев. Прикладная биохимия и микробиология, 9, 1973, 940.
16. Б. П. Плешков. Практикум по биохимии растений. М., 1968.
17. B. Davis. J. Ann. N. Y. Acad. Sci., 121, 1964, 365.
18. I. L. Hedrick, A. I. Smith. Arch. Biochem., 126, 1968, 155.
19. В. В. Нилов. Виноделие и виноградарство СССР, № 8, 1961, 8.
20. М. К. Гильманов, Г. К. Кожанов, Л. К. Клышев. Электрофорез в полиакриламидном геле и его применение в биологии, сельском хозяйстве, медицине и пищевой промышленности. М., 1971.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 547.963.3

БИОХИМИЯ

Р. К. ПАПЕЛИШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ХРОМАТИНА РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ КЛЕТОК МЕТОДОМ АКТИНОМИЦИНОВОЙ ТИТРАЦИИ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 8.4.1975)

Антибиотик актиномицин известен как эффективный и специфический ингибитор ДНК-зависимого синтеза РНК как в интактных клетках [1], так и in vitro [2, 3].

Биологические основы действия актиномицина зависят от образования комплексов с ДНК, точнее, только с одним основанием ДНК — гуанином. Выяснено, что актиномицин связывается с двуспиральной ДНК, блокируя ее затравочную активность, затрудняя в первую очередь копирование (транскрипцию) гуанинсодержащих последовательностей [4]. В опытах in vitro показано, что актиномицин интенсивно связывается с двуспиральными дезоксирибонуклеотидами и мало или совсем не связывается с однонитевыми полинуклеотидами [5].

В эукариотах ДНК сосредоточена главным образом в клеточном ядре в виде сложного генетического комплекса — хроматина. Помимо ДНК, хроматин содержит различные белки, РНК, липиды и, по некоторым данным, полисахариды [6]. К настоящему времени получено множество данных относительно связывания актиномицина с полинуклеотидами ДНК, а сведения относительно взаимодействия этого антибиотика с хроматином сравнительно малочисленны.

Дингман и Спорн [7] исследовали связывание актиномицина с ДНК эритроцитов, с одной стороны, и с хроматином ядер головного мозга и зрелых эритроцитов, с другой. Авторы установили явное отличие между ДНК и хроматинами, но не нашли значительных различий между упомянутыми хроматинами.

Используя метод оптической титрации, Рингертц и Болунд [8] высчитали, что ДНК печени крысы связывает одну молекулу актиномицина Д на 14—20 нуклеотидов, тогда как дезоксирибонуклеотид из того же источника — одну молекулу актиномицина на 35—40 нуклеотидов.

Исходя из того что по количеству связанного актиномицина можно судить о количестве свободных Г—Ц пар оснований в геноме, нами была предпринята попытка использованием метода оптической титрации актиномицином Д охарактеризовать в этом аспекте хроматины различных типов клеток на примере головного мозга.

Известно, что мозговая ткань характеризуется большой гетерогенностью клеток, относящихся к двум основным типам — нейронам и глии. Они отличаются как морфологически, так и функционально. Показано, что ядра нейронов, астроглии и олигодендроглии характеризуются различной эндогенной РНК-полимеразной активностью. При этом соотношение двух форм РНК-полимеразы — ядрышковой (полимераза I) и кариоплазматической (полимераза II) в ядрах упомянутых клеток представлено неодинаково [9]. Это обстоятельство увеличивает интерес к всесторонней характеристике упомянутых клеток и их органоидов.

Биохимической характеристике клеток нейронов и глии посвящено множество обзоров [10, 11]. Имеются данные об изолированных ядрах этих клеток [12, 13], а сведения об их хроматинах отсутствуют.

Мы попытались сравнить актиномицинсвязывающие емкости хроматинов, препарированных из ядер нейронов, астроцитов и олигодендроцитов, выделенных из головного мозга теленка.

Головной мозг теленка доставляли в лабораторию в охлажденном состоянии. Клеточные ядра выделяли методом [14] в модификации [15] с изменениями. Все процедуры выполняли при 0—4°С. Разделение ядер на различные типы проводили следуя методу [16] с изменениями, ультрацентрифугированием в прерывистом градиенте плотности сахарозы. Градиент готовили за 2—3 часа до использования в прозрачных пробирках большого бакет-ротора центрифуги VAC-60 (емкость 35 мл). Он состоял из четырех слоев по 5 мл сахарозы со следующими плотностями: 1,335; 1,315; 1, 295; 1,275. Суммарный препарат ядер диспергировали в сахарозе с плотностью 1,250 и наслаивали на градиент. Центрифугировали при 26000 об/мин в течение 90 мин. Между слоями 1,335—1,315 сосредоточиваются ядра олигодендроцитов, между слоями 1,315—1,295—ядра нейронов, а между слоями 1,295—1,275 — ядра астроцитов. Фракции ядер собирали медицинским шприцем, диспергировали в изотоническом растворе сахарозы, содержащем 0,002 М $MgCl_2$ и осаждали центрифугированием при 2500 g 10 мин. Чистоту ядерных фракций контролировали микроскопически (МБИ-6).

Из фракционированных ядер хроматин выделяли в основном методом [17], диспергировали в растворе 0,2 мкМ ЭДТА (pH 7,5) с расчетом 200 мкг/мл по ДНК и после диализа в течение ночи против 0,2 мкМ ЭДТА использовали для опытов.

ДНК выделяли из суммарного препарата клеточных ядер головного мозга теленка по Г. П. Георгиеву [18], используя в качестве детергента 5% ПАСК и 0,5% додецилсульфат натрия, конечной обработкой препарата РНК-азой и проназой. Очищенную ДНК после двукратного переосаждения этанолом растворяли в SSC и после диализа против того же раствора использовали в опытах.

Оптическую титрацию ДНК и хроматинов актиномицином Д проводили, как описано в [8]. Метод основан на различии спектров свободного и связанного с ДНК актиномицина. Раствор актиномицина Д (0,2 мг/мл) добавляли порциями по 0,01 мл в кювету спектрофотометра СФ-16, содержащую 3 мл раствора ДНК или хроматина определенной концентрации, осторожно перемешивали тонкой стеклянной палочкой. Поглощение замеряли при 425 и 470 ммк после каждой порции актиномицина Д. В зависимости от количества свободных локусов (точнее Г—Ц пар оснований) в хроматине наступает точка насыщения актиномицином. Следующие порции антибиотика уже не связываются, а создают избыток его в среде, о чем судят по перегибу на кривой поглощения при 425 ммк.

При сравнении результатов актиномициновой титрации свободной ДНК, с одной стороны, и хроматинов ядер различных типов клеток головного мозга, с другой (рис. 1), были прослежены определенные закономерности. Как видно из рис. 1,а, при оптической титрации ДНК в концентрации 260 мкг/мл актиномицином Д добавление

150 мкл актиномицина (0,2 мг/мл) еще не достаточно для полного связывания всех свободных локусов, поскольку на кривой поглощения не обнаруживается точка перегиба.

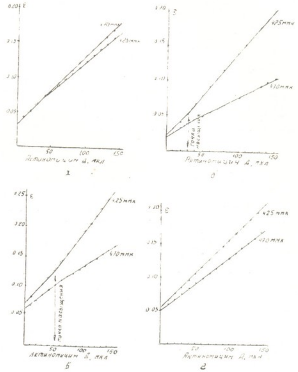


Рис. 1. Способность к связыванию актиномицина Д препаратами хроматинов ядер различных типов клеток головного мозга теленка: а—ДНК мозга (260 мкг/мл), б—хроматин нейронов (ДНК 15 мкг/мл), в—хроматин астроцитов (ДНК 46 мкг/мл), г—хроматин олигодендроцитов (ДНК 47 мкг/мл)

При исследовании хроматина прослеживаются следующие различия: у хроматина ядер нейронов (рис. 1,б) с концентрацией ДНК 15 мкг/мл на кривой поглощения точка перегиба наблюдается при добавлении 30 мкл раствора актиномицина; у хроматина ядер астроглии (рис. 1,в) с концентрацией ДНК 46 мкг/мл точка перегиба видна при добавлении 50 мкл раствора актиномицина Д. Что касается хроматина ядер олигодендроцитов (рис. 1,г), то в этом случае при концентрации ДНК 47 мкг/мл добавление 150 мкл раствора актиномицина еще не достаточно для полного связывания всех свободных локусов в геноме, поскольку на кривой поглощения не обнаруживается точка перегиба.

Из приведенных результатов можно сделать заключение, что хроматины, выделенные из ядер морфологически и функционально различающихся клеток головного мозга — астроцитов, нейронов и олигодендроцитов, характеризуются неодинаковым распределением незаблокированных гуанинсодержащих локусов в геноме.

Сопоставление полученных данных с матричными свойствами упомянутых хроматинов в синтезе РНК с экзогенной РНК-полимеразой является целью дальнейших исследований, результаты которых смогут послужить косвенным подтверждением наших выводов.

Академия наук Грузинской ССР
Институт биохимии растений

(Поступило 11.4.1975)

ბიოქიმია

რ. პაპელიშვილი

სხვადასხვა ტიპის უჯრედთა ქრომატინის შესწავლა აქტინომიცინური ტიტრაციის მეთოდით

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ თავის ტვინის ფრაქციონირებული ბირთვებიდან გამოყოფილი ქრომატინები ხასიათდებიან აქტინომიცინის შეკავშირების არათანაბარი უნარით. კერძოდ, ნეირონების ბირთვების ქრომატინი იკავშირებს მეტ აქტინომიცინს, ვიდრე ასტროგლიის ბირთვების ქრომატინი და უფრო ნაკლებს, ვიდრე ოლიგოდენდროგლიის ქრომატინი.

BIOCHEMISTRY

R. K. PAPELISHVILI

STUDIES OF CHROMATIN OF VARIOUS-TYPE CELL NUCLEI BY ACTINOMYCIN TITRATION

Summary

Chromatins, isolated from a previously fractionated into separate types of calf brain nuclei showed unequal Actinomycin D- binding capacity. Chromatin of neuron nuclei, in particular, binds more Actinomycin D per DNA unit than does chromatin of astrocytes, and less than chromatin of olygodendrocyte nuclei. These results express the quantitative aspect of free G—C pairs of bases in the said nuclei genome.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. Reich *et al.* Proc. Nat. Acad. Sci. USA., 42, 1962, 1238.
2. J. H. Goldberg, M. Rabinowitz. Science., 136, 1962, 315.
3. E. Kanan, F. Kanan, J. Hurwitz. J. Biol. Chem., 238, 1963, 2491.
4. J. Hurwitz, A. Evans, C. Babinet, A. Scalca. Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol., 28, 1963, 59.
5. E. Reich, J. H. Coldberg, J. N. Davidson, W. E. Cohn. (Eds), Progr. in Nucleic Acid. Res. and Mol. Biol., vol. 3. Acad. Press, N. Y. 1964, 183.
6. J. H. Frenster, V. C. Allfrey, A. E. Mirsky. Proc. Nat. Acad. Sci. USA., 50, 1963, 1026.
7. C. W. Dingman, M. B. Sporn. J. Biol. Chem., 238, 1964, 3483.
8. N. R. Ringertz, L. Bolund. Biochem. Biophys. Acta., 174, 1969, 147.
9. Д. И. Джохадзе, Р. К. Папелишвили. Цитология, 16, 12, 1974, 1512.
10. H. Hyden. J. Wortis (Ed.). Recent Advances in Biological Psychiatry, 6, Acad. Press. N. Y. 1964, 31.
11. H. Hyden. Progr. Nucleic Acid Res., 6, 1967, 187.
12. T. Kato, M. Kurakava. J. Cell Biol., 32, 1967, 649.
13. H. LØvtrup-Rein. Brain Res., 19, 1970, 433.
14. J. Chauveau, Y. Moule, C. Roulier. Exp. Cell Res., 11, 1956, 317.
15. Г. П. Георгиев, Л. Н. Ермолаева, И. Б. Збарский. Биохимия, 35, 1960, 317.
16. H. LØvtrup-Rein, B. S. McEwen. Cell Biol., 30, 1966, 405.
17. T. Spelsberg, L. Hinlica. Biochim. Biophys. Acta., 228, 1966, 202.
18. Г. П. Георгиев. Биохимия, 24, 1959, 472.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 595.7

ЭНТОМОЛОГИЯ

А. М. ГЕГЕЧКОРИ

НОВЫЙ ВИД ПСИЛЛЫ (*HOMOPTERA, PSYLLOIDEA*) ИЗ ЗАКАВКАЗЬЯ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 29.1.1975)

Trioza valerianae Gegechk., sp. n.

Вылетают желто-оранжевыми, с возрастом темнеют. Обычная окраска темно-коричневая до черной. Окраска глаз, щечных конусов варьирует: у светлых особей они белые, у темных — черные. Среди экземпляров из Абхазии у некоторых темнее окрашенных особей глаза белые. 3-й членик усиков белый, 4-й только в основании светлый, остальные черные. Грудь сбоку светлая, склериты брюшка коричневато-черные; вершина гениталий самки, наружная выпуклая часть анальной трубки, верхняя часть генитального сегмента у самца белые; светлые и парамеры, черная только лишь вершина парамеров. Передние крылья матовые, желтоватые, жилки в той же тональности, жилка A вдоль клавуса и сам клавус коричневые. Щечные конусы широкие, сближенные, треугольно-конические, короче длины темени. 3-й членик усиков почти в 3 раза длиннее 4-го. На вершине голеней задних ног 4 (1+3) прыгательных шипа. Передние крылья наиболее широкие посередине, на вершине угловатые, *Rs* слабо волнистый, заканчивается до развилки *M*, ячейки m_1 и cu_1 небольшие. Поверхностных шипиков на передних крыльях нет, маргинальные шипики в виде узких столбиков, составленных из 3—4 рядов. Начало брюшка и генитального сегмента сверху обычно покрыто беловатым восковым налетом.

Самка. Гениталии короткие, анальный сегмент у анального отверстия выпуклый. Вершина генитального сегмента заужена, кончается неострым зубцом (вид снизу).

Самец. Анальная трубка по заднему краю выпуклая и расширена. Парамеры в виде широких пластинок сзади выпуклые, на вершине сужаются и поднимаются в виде большого пальца. Пенис на вершине с коротким и тонким трубчатым отростком сверху и треугольными зубчатыми отростками снизу.

Дл. тела самки 3,30—3,55 ([1] дл. пер. крыльев 2,70—2,95, шир. 1,08—1,15; шир. головы 0,58—0,60; шир. темени 0,29—0,31, дл. 0,16—0,18; дл. щечн. конусов 0,12—0,14; дл. усиков 1,02—1,09. Дл. тела самца 2,85—3,15; дл. пер. крыльев 2,40—2,75, шир. 1,01—1,09; шир. головы

([1] Размеры тела насекомых выражены в миллиметрах.

0,48—0,54; шир. темени 0,22—0,28, дл. 0,11—0,15; дл. щечн. конусов 0,8—0,11; дл. усиков 0,85—0,95.

На *Valeriana tiliifolia, V. colchica, V. aliariifolia.*

Биотоп: средне- и высокогорные мезофильные леса, субальпийское высокотравье.

Материал: Главный Кавказский хребет, Грузинская ССР: Абхазия, Гагрский р-н, Авадхара (2240 м н. у. м.), 16 ♂♂, 12♀♀, среди них голотип 22.VII.1965 (Гегечкори); Хевсурети. ущ. р. Горшегма (пос. Чхуба), 17.VI.1970; Гиоргицминда, 2.VII.1970, 29.VII.1972; Муцо, 6.VII.1970; гора Кудо, 17.VII.1970; Архоти (пос. Амга), 1.VIII.1971, 34♂♀; Мегрелия, окр. Лебарде, 2—3.VIII.1974, 8 ♂♀. Малый Кавказ-

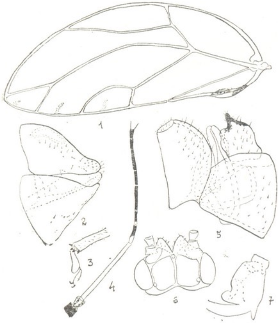
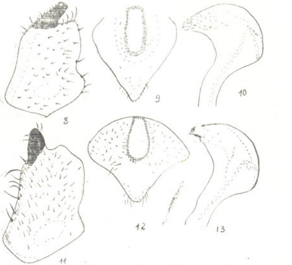


Рис. 1—7. *Trioza valerianae* Gegechk., sp. nov.: 1—переднее крыло; 2—конец брюшка ♀; 3—лапка задней пары ног; 4—усик; 5—конец брюшка ♂; 6—голова сверху; 7—задняя нога, характер строения мераканты

ский хребет, Грузинская ССР: Гурия, окр. Гомис-мта, Махарадзевский р-н, 10.VIII.1965, 7 ♂♀; Аджария, Намонастреви, Кедский р-н, 12.VII,1969; Нагвареви (1450 м н. у. м.), Шуахевский р-н, 16.VII.1969; Бешуми (Вашлоби, 1750 м н. у. м.), Хулойский р-н, 4.VIII.1970; Бодиши, Кенчисакари, Нагвареви, Карчхалос-мта (1750—2000 м н. у. м.), Шуаховский р-н, 19—21.VIII. 1970; Кинтришский заповедник (Месхи-Кеди, Курдус-мта, 700—900 м н. у. м.), 1.VI.1971; Намонастреви (ущ. р. Акаврета, 1450 м н. у. м.), Кедский р-н, 9.VI.1971, 42♂♀; окр. г. Боржоми, 2.VII.1965; Бакуриани, 5.VII.1965; Ломис-мта, 27.VII.1965, 16 ♂♀; Месхети, пос. Ошора, 24.VIII.1966; Зекарский пер., 10.VII.1974, 8 ♂♀; Армянская ССР: окр. пос. Ваграван, Мегринский р-н, массив Гудемнисского леса и район р. Большой Сую (1300—1600 м н. у. м.), 26.V. 1974, 5 ♂♀.

T. valerianae морфологически сходен с *T. centranthi* (Vallot.). Отличается более яркой темной окраской, незначительно большими размерами тела —0,5—0,7 мм; усик заметно длиннее, передние крылья значительно более выпуклые костальным краем, *Rs* почти прямой, заканчивается далеко до развилки *M*, у *T. centranthi* же волнистый и доходит почти до развилки *M*; у нового вида ячейка Cu_1 ниже и длиннее, чем у второго, длина задних крыльев у валериaнеллового вида чуть менее 2/3 передних крыльев, у нового — 1/5. Наблюдаются некоторые отличия и в строении гениталий обоих полов.

Рис. 8—10. *Trioza centranthi* (Vallot.): 8—половые клещи ♂ с внутренней стороны; 9—анальный сегмент сверху; 10—2-й членик *Penis* ♂; 11—13—те же органы *Trioza valerianae* Gegechk., sp. n.



До настоящего времени на представителях семейства валериановых (*Valerianaceae* Dup.) в Европейской части Палеарктики был известен один вид—*Trioza centranthi* (Vallot.) [1]. В частности, трофическе связи указанного вида отмечались на двух родах *Kentranthus* DC и *Valerianella* Moench. [2,3]. Описываемый новый для науки вид зарегистрирован только на представителях рода *Valeriana* L. *Valerianella* и *Valeriana*—систематически близкие виды, поэтому генетическое родство живущих на них псиллид не вызывает сомнений. По нашим наблюдениям, они отличаются экологически: *T. centranthi* всегда занимает сухие склоны и другие более или менее ксерофитные биотопы, *T. valerianae* же наоборот, мезофильный вид, занимающий опушки горных лесов, разные влажные луга, приречные стации горных рек и т. д.

В Армении, в Хосровском заповеднике на *Valerianella* sp. найден еще один новый для науки вид. Таким образом, три валериановые триозы образуют группу явно родственных видов, среди которых *T. valerianae* sp. n. является эндемиком Кавказа. Его кормовые растения —*Valeriana colchica* и *V. tiliifolia* также являются эндемиками Кавказа, ареал *V. alliariifolia* шире: кроме Кавказа, он известен еще из некоторых стран Средиземноморского бассейна (узкая полоса от Пиренейского п-ва до Каспийского моря).

Академия наук Грузинской ССР
Государственный музей Грузии
им. С. Н. Джанашиа

(Поступило 30.1.1975)

ენტომოლოგია

ა. გეგეჭკორი

ფსილას (*HOMOPTERA*, *PSYLLOIDEA*) ახალი სახეობა ამიერკავკასიიდან

რეზიუმე

აღწერილია ფსილას ახალი ენდემური სახეობა *Trioza valerianae* Gegechk., sp. n., რომლის არეალი შემოიფარგლება ამიერკავკასიის მთიანეთით — დიდი და მცირე კავკასიონის ქედებით.

ENTOMOLOGY

A. M. GEGECHKORI

NEW JUMPING PLANT-LICE (*HOMOPTERA*, *PSYLLOIDEA*) FROM TRANSCAUCASIA

Summary

A new species—*Trioza valerianae* Gegechk., sp. n.—is described from Transcaucasia. Distribution of this endemic psylla is common throughout the middle and high natural zones of the Greater and Lesser Caucasus Ranges. Host plant: *Valeriana tiliifolia*, *V. colchica*, *V. aliariifolia*. The new species is related to the European *Trioza centranthi* (Vallot.), connected with a different species of *Valerianella* Moench.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. N. Vallot. Mem. Acad. Sci., Dijon, 1829.
2. М. М. Логинова. Труды ВЭО, т. 52, 1968.
3. S. M. Klimaszewski. Ann. Zoologici, XXX, № 7. Warszawa, 1973.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 576.3

ЦИТОЛОГИЯ

З. Г. ЦАГАРЕЛИ, Е. С. ЧЕРТКОВА, М. А. ДГЕБУАДЗЕ

РЕАКЦИЯ ЭРИТРОЦИТОВ И ГРАНУЛОЦИТОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ КРЫС НА ГИПЕРБАРИЧЕСКУЮ ОКСИГЕНАЦИЮ ПРИ КИСЛОРОДНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ ОРГАНИЗМА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 8.4.1975)

Структурно-функциональные реакции форменных элементов крови при гипоксии — один из наиболее актуальных и недостаточно изученных вопросов клинической и теоретической медицины.

Нарушение обычного цикла кроветворения, более того выпадение одного из механизмов, регулирующих постоянство внутренней среды организма, является причиной многих патологических состояний, начиная от обратимых расстройств до глубоких изменений эритроцитов и лейкоцитов. Поэтому в основу как дальнейших исследований, так и подбора целенаправленных эффективных методов лечения должен лечь комплексный, в том числе и субмикроскопический, анализ клеток крови в норме и в патологии. Хотя прогресс в этом направлении и несомненен [1, 2], до настоящего времени нет исчерпывающих сведений об ультраструктурной организации клеток крови, а имеющиеся данные разноречивы.

Задачей настоящего исследования было электронномикроскопическое изучение гипоксических изменений клеток крови, а также течения этих явлений после воздействия гипербарической оксигенации.

Эксперименты проводились на белых крысах-самцах весом 180—200 г. Для воспроизведения гипоксической гипоксии животные вводились в герметическую кабину. Первую группу составили животные, находящиеся в состоянии гипоксии в течение 1, 5, 15, 60 дней. Вторая группа животных ежедневно соответственно срокам гипоксии подвергалась воздействию кислорода под повышенным давлением. Время сатурации составляло 1,5 часа, рабочее давление — 2 атм.

Материал для электронномикроскопического исследования обрабатывался по методу Паладе (1952), несколько модифицированному в отделе цитологии Института экспериментальной морфологии АН ГССР. Ультратонкие срезы изучались в электронных микроскопах Tesla BS-500 и 513A при электронном увеличении от 3 до 50 000.

Результаты исследований показали, что в первый день гипоксии в клетках крови животных наблюдаются дистрофические изменения. Выявляются эритроциты как с обычным гомогенным строением, так и содержащие сетчатую строму с просветленным центром. В нейтрофильных лейкоцитах наибольшие изменения отмечены в митохондриях, которые, являясь основным местом окислительно-восстановительных процессов, в условиях гипоксии набухают, кристы в них укорочены, расположены беспорядочно, в некоторых, напротив, удлинены. Увеличено количество вакуолей, которые рассеяны по всей цитоплазме. Оболочка ядра образует единичные неглубокие инвагинации, нуклеоплазма неравномерно просветлена.

В митохондриях базофильных и эозинофильных лейкоцитов наблюдается аналогичная картина.

Обращает на себя внимание изменение в специфических гранулах эозинофилов, в которых, в отличие от нейтрофильных гранул, матрикс растворяется и сами они принимают вид запустевших телец. Гранулы базофилов представляют собой довольно плотные образования, создающие при слиянии небольшие скопления самых разнообразных форм [3].

Рис. 1. 5-й день эксперимента. В центре сегментоядерный нейтрофил с большим количеством псевдоподий. Кристы митохондрий гомогенизированы × 12 000

На 5-й день опыта ультраструктурные изменения клеток крови усугубляются. Наметившееся просветление центральной части эритроцитов на данном сроке увеличено, расширено и приближается к плазматической мембране. В митохондриях нейтрофилов и других гранулоцитов кристы теряют параллельность, отмечается их фрагментация. Гранулы нейтрофилов меняют конфигурацию и структуру, встречаются мелкие гомогенные зерна высокой электронной плотности.

Рис. 2. 15-й день эксперимента. Эритроциты разнообразных форм и размеров

На 15-й день эксперимента ультраструктура форменных элементов крови резко изменена, в эритроцитах просветленный центральный участок намного увеличивается в объеме, зернистая гомогенная полоска цитоплазмы узка. Наружная мембрана эритроцитов, слабо выраженная в начале опыта, на данном сроке четко контурируется в виде осмиофильной плотной полоски. Увеличение и набухание митохондрий, потеря типичной организации, расплывчатость и фрагментация наружных мембран в сочетании с уплотнением цитоплазмы и уменьшением числа свободных рибосом составляют картину гипоксического поражения лейкоцитов, характерную для 15-го дня опыта. Крайне редко можно обнаружить единичные плотные гранулы, соответствующие лизосомам полиморфноядерных лейкоцитов.

На электроннограммах 60-го дня опыта наблюдаются изменения, которые свидетельствуют о том, что в форменных элементах крови активируются компенсаторно-приспособительные процессы, а именно: увеличивается площадь зернистой цитоплазмы эритроцитов, наружные мембраны как эритроцитов, так и лейкоцитов приобретают плотную структуру. В митохондриях лейкоцитов количество крист, по сравнению с предыдущим сроком, несколько возрастает, фрагменты сохранившихся крист удлинены и образуют между собой многочисленные анастомозы. Количество вакуолей, рассеянных по всей цитоплазме, уменьшено.

Как показали опыты со второй группой животных, после воздействия гипербарической оксигенации ультраструктурные изменения в клетках крови значительно уменьшены [4].

Просветление центрального участка цитоплазмы эритроцитов, максимально выраженное к 15-му дню, к 60-му дню постепенно нормализуется, что выражается в сужении просветленного участка и увеличении площади, занимаемой зернистой цитоплазмой.

Что касается гранулоцитов, то на 1—5-й день опыта митохондрии гранулоцитов имеют обычное или несколько меньшее число внутренних перегородок, которые к 15-му дню эксперимента приобретают правильное, параллельное друг другу расположение, наружные мембраны на всех стадиях опыта сохранены. Встречающиеся очаги гомогенизации матрикса чередуются с участками его просветления; в тесной топографической взаимосвязи с митохондриями находятся единичные лизосомы. Цистерны эндоплазматического ретикулума расширены, число их уменьшено. Гранулы нейтрофилов имеют удлиненную или округлую форму, количество фагоцитозных вакуолей увеличено.

Подытоживая результаты исследований, следует подчеркнуть, что среди гипоксических изменений клеток крови характерными являются изменения ультраструктуры эритроцитов и в меньшей мере лейкоцитов. Эти изменения носят двоякий характер, имея в начале опыта дистрофическую направленность и сменяясь к концу эксперимента компенсаторно-приспособительной реакцией, общей для всех клеток крови.

У животных второй группы, подвергшихся гипоксии и потом уже воздействию повышенного давления кислорода, изменения не только выражены менее интенсивно, но и выравниваются значительно раньше.

Результаты проведенных исследований позволяют заключить, что гипербарическая оксигенация предотвращает глубокие необратимые изменения в ультраструктуре клеток крови, вызванные недостаточностью кислорода, и тем самым способствует восстановлению специфической организации, оказывая благоприятный эффект на течение гипоксического состояния.

Академия наук Грузинской ССР
Институт экспериментальной морфологии
им. А. Н. Натишвили

(Поступило 10.4.1975)

ციტოლოგია

ზ. ცაგარელი, ე. ჩერტკოვა, მ. დგებუაძე

ჰიპერბარული ოქსიგენაციის გავლენა ჰიპოქსიის პირობებში მყოფი ცხოველების ერითროციტებისა და გრანულოციტების ულტრასტრუქტურაზე

რეზიუმე

შესწავლილია ჰიპერბარული ოქსიგენაციის გავლენა ჰიპოქსიის პირობებში მყოფი ცხოველების ფორმიანი ელემენტების (ერითროციტებისა და

გრანულოციტების) ულტრასტრუქტურაზე. დადგინდა, რომ ჰიპერბარული ოქსიგენაცია გარკვეულად იცავს ერითროციტებისა და გრანულოციტების ულტრასტრუქტურას ჟანგბადის ნაკლებობით გამოწვეულ დაზიანებებისაგან, რაც გამოიხატება უჯრედშიდა ორგანელების ნაკლები ხარისხით დაზიანებაში და მათი სტრუქტურის უფრო სწრაფად აღდგენაში.

CYTOLOGY

Z. G. TSAGARELI, E. S. CHERTKOVA, M. A. DGEBUADZE

THE INFLUENCE OF HYPERBARIC OXYGENATION ON ULTRASTRUCTURAL CHANGES OF ERYTHROCYTES AND GRANULOCYTES OF THE BLOOD IN ANIMALS DURING HYPOXIA

Summary

The influence of hyperbaric oxygenation on ultrastructural alterations of erythrocytes and granulocytes of the blood of animals during hypoxia was studied.

Hyperbaric oxygenation was found to contribute to the regulation of the ultrastructure of erythrocytes and granulocytes of the blood during the destruction caused by the insufficiency of oxygen, which manifests itself in the destructive alteration of the intracellular organelles in a lesser degree and in a more rapid restoration of their structures.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. М. Чарный. Патофизиология гипоксических состояний. М., 1969.
2. Эдвард Ван Лир, Клиффорд Стикней. Гипоксия. М., 1967.
3. З. И. Терентьева, З. Г. Шишканова. Атлас ультраструктуры клеток кроветворной ткани. М., 1972.
4. А. П. Жиронкин. Кислород, токсическое и физиологическое действие. Л., 1972.

УДК 616.127—005.8

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Н. А. БОРЧХАДЗЕ

ВЛИЯНИЕ ГИПЕРБАРИЧЕСКОЙ ОКСИГЕНАЦИИ НА ГИСТОХИМИЮ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИНФАРКТА МИОКАРДА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 8.4.1975)

В настоящее время внимание исследователей привлекает перспективность применения кислорода под повышенным давлением при сердечно-сосудистых заболеваниях, в частности при инфаркте миокарда. Данные об эффективности гипербарической оксигенации в лечении заболеваний сердечно-сосудистой системы немногочисленны и подчас противоречивы: наряду с работами, положительно оценивающими гипербарическую оксигенацию при инфаркте миокарда [1—3], появились сообщения и критического характера [4—6], что свидетельствует о необходимости дальнейшего всестороннего изучения данного вопроса. Все эти сведения касаются в основном функциональных и биохимических сторон действия гипербарической оксигенации на инфаркт миокарда и почти отсутствуют данные о тонкой морфологической перестройке инфарцированного миокарда в условиях гипербарической оксигенации (ГБО), а они имели бы большое значение для установления особенностей течения патологического процесса и решения вопроса о целесообразности применения данного метода в терапии инфаркта миокарда.

Исходя из вышеизложенного мы задались целью изучить морфологические особенности инфарцированного миокарда в условиях гипербарической оксигенации.

Эксперименты были поставлены на 25 беспородных собаках-самцах. Модель экспериментального инфаркта миокарда воспроизводилась перевязкой передней межжелудочковой ветви левой коронарной артерии на границе верхней и средней ее трети. Спустя 1—2 часа после операции подопытным животным проводилось лечение кислородом под повышенным давлением. Назначалось в день по одному сеансу длительностью 1,5 часа, рабочее давление кислорода состовляло 2,5 ата. Во избежание кислородной интоксикации, после 10 сеансов рабочее давление кислорода уменьшалось до 2 ата, а время сатурации — до 1 часа. Животные забивались через 1, 5, 10 и 21 день после операции. В контрольную группу вошли пять животных с инфарктом миокарда, не подвергшихся воздействию гипербарической оксигенации.

Материал для гистологического и гистохимического исследования брался как из зоны инфаркта, так и из различных участков сердца (из задней стенки левого желудочка, передней и задней стенок правого желудочка). Гистологические препараты красились гематоксилин-эозином и пикрофуксином. Гликоген выявлялся по методу Шабадаша, РНП — по Браше и Шабадашу при различных значениях pH среды окрашивания. Для установления ранней стадии фуксинофильной дистрофии, т. е. некробиоза мышечных волокон сердца, срезы окрашивались по Селье.

Спустя 1 день после перевязки артерии у контрольных животных в очаге инфаркта обнаруживаются явления острого расстройства кровообращения, выражающиеся в полнокровии, стазе, небольших периваскулярных кровоизлияниях и интенсивной лейкоцитарной инфильтрации. Исчезает гликоген, отмечаются резкое снижение базофилии цитоплазмы мышечных волокон и понижение изоэлектрической точки выявления внутриклеточных включений. Появляются признаки фуксинофильной дистрофии, отечность стромы, изменения тинкториальных свойств цитоплазмы мышечных волокон.

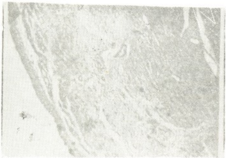


Рис. 1. Увеличенное количество гликогена в мышечных волокнах в очаге инфарцирования на 10-й день гипербарической оксигенации (×400)

После однократного применения ГБО у подопытных животных к этому сроку опыта морфологическая картина существенно не отличается от таковой у животных контрольной группы. Обращает на себя внимание то, что в отдельных участках сердца, отдаленных от зоны инфаркта, гликоген выявляется уже в уменьшенном количестве в виде пылевидной и мелкозернистой массы.

Рис. 2. Восстановление структуры мышечных волокон сердца под воздействием гипербарической оксигенации на 21-й день опыта (×120)

Спустя 5 дней после операции на препаратах у животных контрольной группы усугубляются дистрофические изменения. В зоне инфарцирования исчезает поперечная исчерченность мышечных волокон сердца, распадаются ядра. Отмечаются также многочисленные кровоизлияния и лейкоцитарные инфильтраты. В сохранившихся волокнах содержание гликогена и базофилия цитоплазмы снижены, понижается ИЭТ выявления всех внутриклеточных включений. Вне зоны инфаркта наблюдаются множественные мелкие очаги с некробиотическим изменением мышечных волокон.

В эти же сроки при ГБО-терапии у подопытных собак в бассейне выключенной артерии деструктивные изменения выражены менее интенсивно. Строма менее отечна, кровоизлияния и лейкоцитарная инфильтрация не столь обширны. В зоне инфаркта встречаются целые пучки неизмененных мышечных волокон, хотя отдельные из них фуксинофильны и эозинофильны. В сохранившихся мышечных волокнах количество гликогена несколько уменьшено и он выявляется в виде зерен различной величины. Вне зоны инфаркта гликоген выявляется в виде крупных зерен. Очаговые поражения вне зоны выключенного сосуда выражены в незначительной степени, не наблюдается также количественных и физико-химических изменений РНП.

Спустя 10 дней у контрольных животных некротизированные мышечные волокна рассасываются и замещаются соединительной тканью. В зоне инфаркта встречаются клеточные элементы фибробластического ряда, плазматические клетки, макрофаги. В сохранившихся пучках мышечных волокон гликоген и РНП выявляется в незначительном количестве.

Положительное действие кислорода под повышенным давлением в бассейне лигированной артерии к этому сроку морфологически выражается в уменьшении очага инфарцирования, сохранении значительной массы мышечной ткани, выявлении гликогена и РНП в них, хотя и в умеренном количестве, в рассасывании некротизированных мышечных волокон и появлении молодой соединительной ткани, богатой клеточными элементами. В отдаленных от инфаркта участках каких-либо существенных морфо-гистологических изменений не обнаружено.

Спустя 21 день после операции у контрольных собак в бассейне лигированной артерии обнаруживаются обширные рубцы. Элементы соединительной ткани окрашиваются в красный цвет (по Ван-Гизону). Базофилия сохранившихся мышечных волокон выражена слабо. РНП и гликоген выявляются в малом количестве. Даже за пределами инфарцирования обнаруживаются соединительнотканые рубцы небольшого размера.

У животных, подвергшихся ГБО, наблюдаются уменьшение очага инфарцирования, полное рассасывание некротизированных мышечных волокон, замещение инфарцированного участка соединительной тканью. В сохранившихся мышечных волокнах гликоген выявляется в виде крупных зерен, происходит качественная и количественная нормализация РНП. Вне зоны инфаркта структура миокарда полностью восстановлена. Отчетливо вырисовывается поперечная исчерченность мышечных волокон сердца. Гликоген и РНП содержатся в нормальном количестве.

Согласно проведенным опытам, ГБО оказывает положительное влияние на морфологическую картину экспериментального инфаркта миокарда. Он не только ограничивает интенсивность гипоксических изменений, но и стимулирует компенсаторно-приспособительные механизмы. ГБО положительно влияет на энергетический обмен, что выражается в более быстрой нормализации ресинтеза гликогена, значительном уменьшении зоны некроза в сердечной мышце, ускорении организации инфаркта.

Академия наук Грузинской ССР
Институт экспериментальной морфологии
им. А. Н. Натишвили

(Поступило 10.4.1975)

ექსპერიმენტული მორფოლოგია

ნ. ბორჩხაძე

ჰიპერბარული ოქსიგენაციის გავლენა მიოკარდიუმის ექსპერიმენტული ინფარქტის ჰისტოქიმიაზე

რეზიუმე

შესწავლილია მიოკარდის ექსპერიმენტული ინფარქტის მორფოლოგიური და ჰისტოქიმიური სურათი ჰიპერბარული ოქსიგენაციის პირობებში. დადგინდა ჰპო-ს დადებითი გავლენა გულის კუნთის ინფარცირებულ კერაზე. ჰბო-ს პირობებში აღინიშნება ენერგეტიკული ცვლის ნორმალიზება, უფრო მოკლე ვადაში გლიკოგენის სინთეზის გაძლიერება, რნპ უფრო სწრაფი თვისობრივი და რაოდენობრივი მოწესრიგება, ინფარქტის უბნის შემცირება და მისი ორგანიზაციის დაჩქარება.

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

N. A. BORCHKHADZE

THE INFLUENCE OF HYPERBARIC OXYGENATION ON THE HISTOCHEMISTRY OF EXPERIMENTAL MYOCARDIAL INFARCTION

Summary

The influence of hyperbaric oxygenation on the morphology and histochemistry of experimental myocardial infarction was studied. The effect was found to be positive, being expressed in the normalization of energy exchange, renewal of the processes of glycogen resynthesis, decrease of the necrotic area and acceleration of processes of the organization of the infarction.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. М. Дмитриева, А. Н. Леонов, Н. А. Тимофеев, В. А. Ворновский, Н. И. Банникова, Е. А. Глушко, М. А. Заложных. Тез. докл. 2-го Всесоюзного съезда кардиологов. М., 1973, 99—100.
2. H. J. Kline, A. J. Marano, C. D. Jonson, P. Goodman, J. H. Jacobson, L. A. Kuhn. J. Appl. Physiol., 28, 1970, 256—263.
3. J. G. Thuston, T. J. Greenwood, M. R. Bending. Quart. J. Med., 42, 168, 1973, 751—770.
4. J. Ledingham, R. J. Marshall, J. R. Parratt. J. Physiol., 1973, 231, 3, 100—101.
5. H. F. Robertson. Canad. J. Surg., 9, 1966, 81—90.
6. N. P. Weglik, C. J. Rrubenstein, M. L. Entman, H. K. Thompson, McIntosh. Am. J. Physiol., 216, 1969, 1219—1225.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 616—005.6(089)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

С. Д. ХАРДЗИЯНИ

ФЛЕБОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТРОМБОЛИЗИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ РУСКОПОНИНА ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ОСТРОМ ТРОМБОЗЕ ВЕН

(Представлено академиком И. К. Пипиа 12.2.1975)

Рускопонин — новый препарат, полученный в Институте фармахимии АН ГССР из растений *Ruscus ponticus*, представляющий собой сумму сапонинов. В опытах in vitro, проведенных в Институте экспериментальной и клинической хирургии МЗ ГССР, выявлено фибринолизирующее свойство этого препарата. Наилучший эффект был получен применением 0,1% раствора рускопонина. Более концентрированные растворы рускопонина вызывали негативный эффект.

В четырех сериях экспериментов на 40 беспородных собаках обоего пола, весом в среднем 10—12 кг нами было изучено фибринолизирующее свойство рускопонина в условиях модели острого тромбоза вен. Препарат применялся внутримышечно (трехкратно, ежесуточно, в течение 3 суток), внутривенно и внутрикостно (капельно, однократно), а также регионарной перфузией.

Острый тромбоз вен без повреждения сосудистой стенки (флеботромбоз) в наших экспериментах моделировался внутривенным введением 0,5 мл раствора тромбина (1,0 сухого вещества на 10 мл физиологического раствора) в области бедра задней конечности собаки. Во всех экспериментах были получены окклюзирующие тромбы. Лечение рускопонином начиналось спустя 4, 24, 48 и 72 часа после образования тромба. При внутримышечном, внутривенном и внутрикостном введении доза рускопонина была стандартизирована (0,1% раствор 1,0 рускопонина, разведенный в 10 мл физиологического раствора). В экспериментах с регионарной перфузией к перфузату (3000 мл) добавлялось 3,0 сухого вещества рускопонина. В качестве перфузата применялся физиологический раствор, в котором, как известно, отсутствуют ингибиторы фибринолитической системы. Регионарная перфузия проводилась аппаратом ИСЛ-3 при производительности 50—120 мл/мин.

Наряду с основными сериями экспериментов, на 34 собаках были поставлены параллельные контрольные опыты. 14 собакам на одной конечности внутривенно капельно вводился рускопонин, а на другой конечности — физиологический раствор. 11 собакам на одной конечности внутрикостно капельно вводился рускопонин, а на другой конечности— физиологический раствор. У 9 собак на одной конечности была применена регионарная перфузия рускопонином, а на другой конечности — одним физиологическим раствором, без лекарственного вещества.

Эффективность тромболитического действия рускопонина, введенного в организм подопытного животного различными способами, контролировалась пальпаторно, визуально и рентгеноконтрастным исследованием (флебографией). В связи с применением рускопонина были изучены также коагулологические показатели в динамике.

В предлагаемом кратком сообщении рассматриваются результаты флебографической оценки тромболизирующего действия рускопонина при экспериментальном остром тромбозе вен (см. таблицу).

Флебографическое исследование в наших экспериментах проводилось по следующей методике: в дистальный отдел обнаженной вены шприцем вводился в периферическом направлении теплый 50% раствор кардиотраста (8—10 мл) в течение 10 сек и воспроизводился рентгеновский снимок с экспозицией 1—1,5 сек. Флебограммы делались на аппарате РУМ-104, расстояние до конечности 70 сем. В части экспериментов применялась ретроградная флебография.

Результаты тромболизиса у собак с острым венозным тромбозом, леченных рускопонином

Способ применения рускопонина	Число экспериментов	Возраст тромба в часах	Тромболизис		Отсутствие тромболизиса
			полный	частичный	
Внутримышечный	3	24	—	—	3
	3	48	—	—	3
Внутривенный	4	4	4	—	—
	3	24	3	—	—
	3	48	3	—	—
	4	72	—	4	—
Внутрикостный	4	24	4	—	—
	4	48	3	1	—
	3	72	—	—	3
Регионарная перфузия	3	24	3	—	—
	3	48	3	—	—
	3	72	3	—	—
Всего	40		26	5	9

Из таблицы явствует, что ежесуточное трехкратное внутримышечное введение рускопонина не оказало литического действия на тромбы 24—48-часовой давности. Во всех 6 экспериментах тромбы оказались интактными.

Из 14 экспериментов с однократным капельным введением рускопонина вблизи очага поражения полный лизис тромба 4—48-часовой давности произошел в 10 случаях, а частичный лизис тромба 72-часовой давности — в 4 случаях.

Из 11 экспериментов с однократным внутрикостным капельным введением рускопонина полный лизис тромба 24—48-часовой давности произошел в 7 случаях, а частичный лизис тромба 48-часовой давности — в 1 случае. В 3 случаях тробмы 72-часовой давности при применении внутрикостного капельного вливания рускопонина оказались интактными.

Регионарная перфузия рускопонином, проведенная в 3 случаях при 24-часовой тромбе, в 3- при 48-часовом тромбе и еще в 3 при 72-часовой тромбе, во всех экспериментах завершилась полным тромболизисом.

Для полного лизиса тромбов 24—48-часовой давности понадобилась перфузия продолжительностью от 45 до 60 мин. При 72-часовом тромбе полный тромболизис произошел лишь на 75—80-й минуте перфузии.

В параллельно поставленных контрольных экспериментах с введением физиологического раствора внутривенно, внутрикостно, а также регионарной перфузией ни в одном случае не был констатирован тромболизис.

Для иллюстрации тромболизирующего действия рускопонина при остром венозном тромбозе приводим несколько флебограмм. На рис. 1 представлена рентгеноконтрастная картина тромбированной (48-часовая давность) вены задней конечности собаки. В результате внутривенно капельного вливания рускопонина произошел полный тромболи-

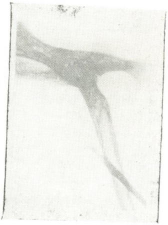


Рис. 1

Рис. 2

зис и восстановилась проходимость вены (рис. 2). На рис. 3 представлена рентгеноконтрастная картина тромбированной (72-часовая давность) вены задней конечности собаки. В результате регионарной перфузии рускопонином у той же собаки наступил полный тромболизис и восстановилась проходимость вены (рис. 4).

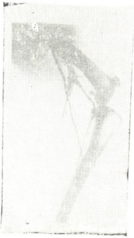


Рис. 3

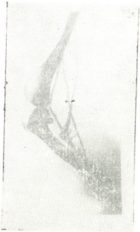


Рис. 4

На основании собственных экспериментальных исследований можно заключить, что в условиях острого тромбоза вен рускопонин проявляет тромболизирующее действие при регионарной перфузии, внутривенном и внутрикостном капельном применении. Наиболее эффективным оказалось введение препарата регионарной перфузией и внутривенно.

Институт экспериментальной и
клинической хирургии
МЗ ГССР

(Поступило 25.4.1975)

ექსპერიმენტული მედიცინა

ს. ხარძიანი

რუსკოპონინის თრომბოლიზური მოქმედების ფლებოგრაფიული შეფასება ვენების ექსპერიმენტული მწვავე თრომბოზის დროს

რეზიუმე

40 ძაღლზე 4 სერიად ჩატარებულ 74 ექსპერიმენტში შევისწავლეთ რუსკოპონინის თრომბოლიზური მოქმედება ვენების მწვავე თრომბოზის დროს.

ფლებოგრაფიული შესწავლით გამოირკვა, რომ რუსკოპონინის თრომბოლიზური მოქმედება მჟღავნდება რეგიონალური პერფუზიის პირობებში და პრეპარატის ვენაში წვეთოვანი გადასხმით.

EXPERIMENTAL MEDICINE

S. D. KHARDZIANI

PHLEBCGRAPHIC EVALUATION CF THE THROMBOLYTIC EFFECT OF RUSCOPONIN IN EXPERIMENTAL ACUTE VEIN THROMBOSIS

Summary

The thrombolytic effect of Ruscoponin in acute vein thrombosis was studied in 74 experiments with 40 dogs.

The phlebographic study revealed that the thrombolytic effect of Ruscoponin is manifested when the preparation is introduced by means of regional perfusion and by dripping intravenous injection.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 616—091:617.51—001

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

М. Г. ЛОРДКИПАНИДЗЕ

КОМБИНАЦИЯ ИНДУКЦИИ НАРКОЗА ФЕНТАНИЛ-ДИМЕДРОЛ-СОМБРЕВИНОМ ПРИ ОСТРЫХ ТЯЖЕЛЫХ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВЫХ ТРАВМАХ

(Представлено академиком И. К. Пипиа 21.4.1975)

Для дальнейшего изучения вопроса о рациональности вида обезболивания при острой тяжелой черепно-мозговой травме нами была сделана попытка изучить в эксперименте действие нейролептанальгетиков в сочетании с индукцией фентанил-димедрол-сомбревином на организм животного в сравнительном аспекте с целью выявления преимуществ и недостатков этого способа. Надо отметить, что индукция фентанил-сомбревином при сердечной патологии в Советском Союзе впервые была применена Т. М. Дарбиняном [1], а что касается индукции фентанил-димедрол-сомбревином, то данная комбинация не только при острых тяжелых черепно-мозговых травмах, но и вообще в анестезиологической практике не применялась. По данному вопросу нет ни единого сообщения.

Включение димедрола в комбинации с фентанил-сомбревином оказывает потенцированное, антигистаминное и седативное действие, столь необходимое для оптимального течения наркоза.

Всего было произведено 66 экспериментов, из них шесть контрольных. Опыты проводились на беспородных собаках. Острая тяжелая недозированная черепно-мозговая травма наносилась путем однократного удара металлического молотка по специальному металлическому стержню, который имел ограничитель глубины повреждения мозгового вещества и прикладывался на заранее обнаженный свод черепа с демаркацией участка перелома размером 2×2 см. Травма наносилась в лобно-теменной области слева. Применялись разные виды обезболивания: внутривенный (барбитуровый) наркоз, общая гипотермия с барбитуратами, монокомпонентный эндотрахеальный наркоз, многокомпонентный эндотрахеальный нейролептнаркоз и местная анестезия. Из анестезирующих средств — 2% гексенал, эфир, закись азота, нейролептанальгетики и новокаин. Изучались следующие параметры: пульс, артериальное и венозное давление, дыхание, оксигемометрия, кислотно-щелочное равновесие, температура кожи, мозга, ректальная. Как в плазме, так и в эритроцитах определялся электролитный баланс (pNa, pCl). В выдыхаемом воздухе изучались газы O_2 и CO_2. Регистрировались ЭЭГ и ЭКГ. Премедикация проводилась 1% раствором промедола (в 40 случаях). Только в одной серии опытов для премедикации использовались дроперидол (0,1 мг на кг/веса) и промедол (0,8—1,0 на кг/веса). Для индукции применялись 2% гексенал и фентанил-димедрол-сомбревин. Фентанил вводился в количестве 0,08—0,1 мл/кг веса, димедрол — 3—4 мг/кг веса, сомбревин — 5 мг/кг веса. Фентанил вводился вместе с димедролом, через 1,5—2 минуты — сомбревин с кальцием хлоратом. Для поддержания уровня наркоза применялась закись азота с кислородом (2:1 или 3:1).

При применении этого вида индукции была достигнута стабилизация уровня как артериального, так и венозного давления, весьма важная для дальнейшего течения наркоза.

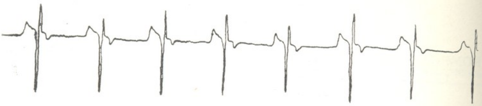


Рис. 1

При применении этого вида индукции и многокомпонентного нейролептнаркоза в процессе лечения у 8 из 10 собак ритм сердца восстановился до нормальной частоты или возвратился к фоновому состоянию (рис. 1). На ЭЭГ амплитуда волн достигала 8—10, 7—8, 6—7, 9 гц (рис. 2).

Рис. 2

Таким образом, на основании наших экспериментальных исследований нам предоставилась возможность в клинике нейрохирургии Института экспериментальной и клинической хирургии Минздрава Грузинской ССР при острых тяжелых черепно-мозговых травмах внедрить новый метод индукции наркоза фентанил-димедрол-сомбревином, так как он оказался самым рациональным и эффективным, по сравнению с другими используемыми по сей день методами индукции.

Данный вид индукции в клинике был применен у 25 больных из 255 оперированных по поводу острой тяжелой черепно-мозговой травмы. Положение больных на операционном столе на спине. Премедикация проводилась за 35—45 минут до операции (дроперидол 0,1 мг/кг веса, атропин 0,1% 0,8—1,0 мл, промедол 1% 1,0 мл). После проведения оксигенации вводный наркоз осуществлялся фентанил-димедрол-сомбревином. Димедрол (100 мг) вводился вместе с фентанилом. Для интубации применялись релаксанты короткого действия (миорелаксин, сукцинилхолин, листенон, дитилин), для поддержания уровня наркоза — закись азота с кислородом (3:1). Фракционно вводились нейролептанальгетики фентанил и дроперидол.

Таким образом, на основании наших экспериментальных исследований и клинических наблюдений можно заключить, что при острых тяжелых черепно-мозговых травмах самым рациональным и эффективным методом индукции из существующих на сегодняшний день является индукция фентанил-димедрол-сомбревином.

Институт экспериментальной и
клинической хирургии
МЗ ГССР

(Поступило 24.4.1975)

ექსპერიმენტული მედიცინა

მ. ლორთქიფანიძე

ფენტანილ-დიმედროლ-სომბრევინის ინდუქციური ნარკოზის კომბინაცია ქალა-ტვინის მწვავე მძიმე ტრავმების დროს

რეზიუმე

ძაღლებზე ჩავატარეთ 66 ექსპერიმენტი და 25 კლინიკური დაკვირვება. ექსპერიმენტული კვლევისა და კლინიკური მონაცემების საფუძველზე შესაძლოა დავასკვნათ, რომ ქალა-ტვინის მწვავე მძიმე ტრავმების დროს დღემდე არსებული ინდუქციური ნარკოზის მეთოდებიდან არჩევითად უნდა ჩაითვალოს ფენტანილ-დიმედროლ-სომბრევინის ინდუქცია.

EXPERIMENTAL MEDICINE

M. G. LORDKIPANIDZE

THE COMBINATION OF NARCOSIS INDUCTION WITH PHENTANIL-DIMEDROL-SOMBREVIN IN GRAVE ACUTE CRANIO-CEREBRAL TRAUMAS

Summary

The author has carried out 66 experiments and 25 clinical observations involving mongrel dogs. It has been revealed that the most rational and effective induction method to date is induction with phentanil-dimedrol-sombrevin in acute, grave cranio-cerebral traumas.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. М. Дарбинян. Экспериментальная хирургия и анестезиология. № 6, 1972, 58—63.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 616.12—008.331—0053.2

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Дж. М. ДВАЛИ, Л. Д. КАВГУАШВИЛИ, Л. В. ЛОМИНАДЗЕ

К ВОПРОСУ ВЕЛИЧИНЫ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ У ЗДОРОВЫХ ДЕТЕЙ Г. СУХУМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. К. Пагава 18.3.1975)

Одним из основных факторов, определяющих гемодинамическую основу большого круга кровообращения, является артериальное давление. В процессе роста и развития ребенка показатели гемодинамики изменяются. Четкое представление о возрастной динамике основных параметров кровообращения необходимо для правильного подхода к оценке патологических отклонений от физиологических колебаний. В практической работе врачи зачастую пользуются данными функциональных показателей деятельности органов и систем, полученными в других географических областях, хотя большинство исследователей отмечает зависимость артериального давления не только от пола, возраста, физического развития [1—5], но и от климатических, географических и ряда других факторов [6—9]. Поэтому становится необходимым установление так называемых «местных стандартов».

Цель данной работы — исследование артериального давления (метод Короткова) у детей г. Сухуми с учетом пола, возраста и физического развития.

Было исследовано 443 здоровых ребенка: 1—3 лет — 43, 4—7 лет — 122, 8—11 лет — 168 и 12—15 лет — 119. Изучение величин артериального давления по годам жизни в динамике (3—14 лет) выявило ряд характерных особенностей, связанных с ростом ребенка. Величина максимального артериального давления (АД) у девочек с возрастом увеличивается: первое увеличение наблюдается до 5—6 лет, затем АД остается относительно стабильным до 13 лет и с 13 по 14 лет вновь наблюдается повышение максимального АД. У мальчиков величина максимального АД также увеличивается с возрастом, но колебания изменений этой величины менее выражены. Отмечены сдвиги в 3, 4, 5 лет и 9, 10 лет. Таким образом, сдвиги максимального АД, связанные с возрастным развитием ребенка, ярче выражены у девочек, чем у мальчиков.

Величина минимального, как и максимального АД, у девочек с возрастом увеличивается. Динамика изменений весьма схожа с наблюдаемыми изменениями показателей максимального АД. Выявленные сдвиги у девочек также резче выражены, чем у мальчиков.

Показатель среднего артериального давления как у девочек, так и у мальчиков с возрастом увеличивается. Первое увеличение среднего артериального давления у девочек наблюдается от 3, 4 лет к 5 годам; от 7 к 8 годам величина среднего АД падает с последующим увеличением до конца детства, за исключением детей в возрасте 13 лет. Изменения величины среднего АД у мальчиков мягче выражены, что отмечалось и при рассмотрении величин максимального и минимального АД. Величина среднего АД от 3 к 4 годам уменьшается, а затем плавно, с возрастом несколько увеличивается.

Величина пульсового артериального давления (у девочек и мальчиков) в процессе роста увеличивается. Динамика этого увеличения очень незначительна и у девочек ярче выражена.

Таблица 1

Показатели АД у здоровых детей г. Сухуми по годам (мм рт. ст.)

Возраст	Пол	Макс.		Мин.		Средние		Пульсовые	
		M±m	σ	M±m	σ	M±m	σ	M±m	σ
3	Д	93,5±1,5	7,7	58,8±1,2	6,2	76,1±1,3	6,8	35,9±1,5	7,6
	М	96,4±1,4	6,8	58,5±2,1	9,0	77,3±1,6	6,8	37,9±2,0	7,9
4	Д	93,0±1,0	5,7	60,0±1,3	7,4	77,0±1,0	6,0	34,0±1,1	6,0
	М	96,0±1,6	8,0	63,6±1,9	9,7	70,7±1,5	7,8	33,0±1,6	8,0
5	Д	99,7±1,4	8,2	64,1±1,4	8,4	81,8±1,3	7,4	35,0±1,1	6,6
	М	101,4±2,0	11,3	65,6±1,9	10,5	83,3±1,8	10,4	36,0±1,2	7,1
6	Д	98,0±1,8	9,2	64,4±1,8	9,2	81,2±1,6	8,2	33,6±1,5	8,0
	М	103,4±1,7	7,8	66,8±1,6	9,1	85,0±1,2	7,1	36,6±1,4	8,3
7	Д	100,0±1,3	6,0	65,0±1,5	6,8	82,4±1,4	6,4	35,1±1,2	7,3
	М	99,3±1,6	7,3	63,3±1,4	6,4	81,0±1,4	6,3	36,0±1,3	5,8
8	Д	98,9±1,8	8,1	65,5±1,9	8,3	71,7±1,5	7,7	33,0±1,5	7,8
	М	101,6±3,4	12,0	62,0±1,5	5,4	81,6±2,1	7,4	39,6±3,2	11,1
9	Д	100,3±2,0	8,0	65,2±2,1	8,5	82,5±1,4	5,7	37,6±1,6	6,8
	М	103,0±1,8	8,3	65,0±1,3	6,0	83,6±1,4	6,3	38,5±1,6	7,4
10	Д	101,3±2,2	12,1	60,2±2,1	8,4	80,4±1,5	6,0	32,4±2,4	11,3
	М	98,0±2,0	9,0	60,2±2,1	9,4	81,5±1,6	6,9	33,4±2,6	11,0
11	Д	103,0±1,6	9,0	65,3±1,6	9,0	82,0±1,25	5,0	36,8±1,7	7,5
	М	102,2±2,1	9,3	63,2±1,6	7,1	82,4±1,5	6,8	39,5±2,3	10,5
12	Д	102,0±2,1	10,0	62,0±1,7	8,3	87,7±1,2	9,0	40,0±1,7	8,2
	М	102,3±1,5	6,4	64,4±1,4	6,0	83,0±1,2	5,1	37,9±1,8	7,5
13	Д	101 ±2,5	10,0	65,0±1,6	6,3	83,0±1,9	7,5	36,2±2,0	7,8
	М	104,8±1,8	9,1	67,5±2,0	10,0	85,7±1,8	9,1	37,0±1,1	5,7
14	Д	111,4±1,9	8,0	70,0±2,4	10,3	90,5±1,5	6,6	41,3±3,0	13,0
	М	106,0±2,7	12,0	66,0±2,1	9,4	85,8±2,0	8,6	40,2±3,0	12,1

В табл. 1 представлены показатели АД у здоровых детей г. Сухуми в возрастном аспекте (3—14 лет).

Нами также изучены показатели АД по возрастным группам (табл. 2).

Анализ табл. 2 показал, что величины АД по возрастным группам увеличиваются параллельно росту ребенка, наблюдается определенное закономерное увеличение почти всех исследуемых показателей к концу завершения детского возраста. Необходимо отметить, что величина нарастания показателей АД на всем протяжении исследуемого периода

(3—15 лет) не превышает 10—11 мм рт. ст., между последующими возрастными группами увеличение показателей иногда бывает весьма незначительным.

Таблица 2

Показатели АД у детей г. Сухуми по возрастным группам (мм рт. ст.)

Возраст	Пол	Макс.		Мин.		Средние		Пульсовые	
		M±m	σ	M±m	σ	M±m	σ	M±m	σ
1—3	Д	93,5±1,5	7,7	58,8±1,2	6,2	76,1±1,3	6,8	36,0±1,5	7,6
	М	96,4±1,4	6,8	58,5±2,1	9,0	77,3±1,6	6,8	38,0±2,0	8,0
4—7	Д	97,4±0,7	8,0	63,1±0,8	8,2	80,4±0,7	7,4	34,3±0,6	6,5
	М	100,3±0,8	9,2	65,1±0,8	9,2	82,6±0,8	8,3	35,4±0,7	7,4
8—11	Д	100,8±0,8	8,3	64,0±0,9	9,4	82,1±0,8	8,1	36,8±0,7	7,0
	М	101,2±1,1	9,4	64,1±0,8	6,8	82,3±0,7	6,7	37,4±1,1	10,0
12—15	Д	104,6±1,3	10,3	65,3±1,2	9,0	84,7±1,1	8,4	39,4±1,3	10,0
	М	104,5±1,2	9,6	66,1±1,1	8,8	85,0±1,0	8,0	38,2±1,2	9,0

У девочек с возрастом наблюдается закономерное увеличение максимального АД. Увеличение этого показателя у мальчиков менее выражено. Амплитуда колебаний величины максимального АД весьма незначительна.

В процессе роста ребенка величина минимального АД у девочек увеличивается: между группами 1—3 и 4—7 лет, 1—3 и 12—15 лет; у мальчиков наблюдается аналогичная картина изменения АД.

Что касается величины среднего АД, то наблюдается ее увеличение параллельно увеличению возраста, что относительно хорошо выражено между возрастными группами 1—3 и 4—7 лет. Выявленные сдвиги наблюдаются как у девочек, так и у мальчиков.

Величина пульсового АД (группы девок и мальчиков) в процессе возрастного развития претерпевает незначительные межгрупповые изменения.

Индивидуальная оценка физического развития обследуемых детей дала возможность сопоставить показатели физического развития с данными АД. Установлено, что имеется определенная зависимость АД от уровня физического развития ребенка. У детей с хорошим физическим развитием отмечены более высокие показатели АД (как максимального, так и минимального), чем у детей с относительно меньшим уровнем физического развития.

Таким образом, изучение величин артериального давления выявило, что у детей в процессе возрастного развития наблюдается увеличение всех исследуемых величин — максимального, минимального, среднего и пульсового артериального давления. Закономерность изменений (увеличение) исследуемых величин АД наиболее ярко выражена в периоде дошкольного возраста, за исключением величины максимального АД, которая имеет тенденцию закономерного увеличения в каждой последующей возрастной группе детей. Выявленные сдвиги у девочек более наглядны, чем у мальчиков. Колебания величин артериального давления в изученном нами периоде детства небольшие. Уровень физического развития ребенка прямо пропорционален величине артериального давления.

НИИ педиатрии
МЗ ГССР

(Поступило 20.3.1975)

ექსპერიმენტული მედიცინა

ჯ. დვალი, ლ. კავთუაშვილი, ლ. ლომინაძე

ქ. სოხუმის ჯანმრთელ ბავშვთა არტერიული წნევის საკითხისათვის

რეზიუმე

მაქსიმალური, მინიმალური, საშუალო და პულსური არტერიული წნევა ბავშვებში ასაკთან ერთად მატულობს. მატების კანონზომიერება შეიმჩნევა მაქსიმალური არტერიული წნევის სიდიდეში. მინიმალური, საშუალო და პულსური არტერიული წნევის ზრდა ძირითადად სკოლამდელ ასაკში მჟღავნდება. გამოვლინებული ძვრები უფრო მკაფიოდ მჟღავნდება გოგონებში, ვიდრე ვაჟებში. ფიზიკური განვითარების დონე პირდაპირპროპორციულია არტერიული წნევის სიდიდისა.

EXPERIMENTAL MEDICINE

D. M. DVALI, L. D. KAVTUASHVILI, L. V. LOMINADZE

ON THE PATTERN OF ARTERIAL TENSION IN HEALTHY CHILDREN IN SUKHUMI

Summary

The indices of maximum, minimum, neutral and pulse arterial pressure in children increases with age. A regular increase with age is observed in the magnitude of arterial pressure. An increase of minimum, neutral and pulse pressure has been found mainly in the period of pre-school age. The revealed changes are more pronounced in girls than in boys.

The level of the child's physical development is directly proportional to the pattern of arterial tension.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Н. Засухина. Педиатрия, № 8, 1957, 48—53.
2. Л. В. Клименская. Сб. науч. трудов Ивановского мед. ин-та, вып. 23, 1960, 4—8.
3. Р. А. Калюжная. Сов. мед., № 9, 1968, 51—57.
4. N. M. Nelson. J. Pediatrics, 42, 6, 1968, 934—941.
5. M. T. Garhy, M. J. Hussein. Egypt Publ. Health, 44, 2, 1969, 75—82.
6. Д. М. Аллавердыев. Тер. арх., т. 31, 1959, 38—42.
7. М. Ж. Жунусов. Сб. науч. трудов Киргизского НИИ охраны материнства и детства, вып. 4, 1967, 216—226.
8. М. И. Меклер. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры, № 6, 1966, 554—558.
9. Г. И. Веренич. Сб. «Актуальные вопросы кардиологии детского возраста». Минск, 1971, 77—82.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 564.1:551.762.1

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

Р. В. РАТИАНИ

ТИТОНСКАЯ ФАУНА РАЙОНА г. ЖИНВАЛИ

(Представлено академиком Л. Ш. Давиташвили 21.4.1975)

Отложения титона в Грузии довольно редко содержат ископаемые остатки моллюсков. Единичные находки были сделаны в Абхазии и Кахетии. В свое время В. Ф. Пчелинцев впервые описал титонскую фауну окрестностей г. Жинвали (Восточная Грузия) [1]. Она происходила из переотложенных глыб титонских известняков в брекчиях маастрихта и среднего эоцена, но теперь в результате взрывных работ, связанных с проведением новой трассы Военно-Грузинской дороги, в данном районе по правому склону долины р. Арагви, южнее г. Жинвали обнажены довольно крупные коренные выходы рифовых сооружений. Наличие в составе биоценоза множества колониальных кораллов, губок, пластинчатожаберных ясно указывает на ее захоронение в пририфовой фации.

Фауна, изученная В. Ф. Пчелинцевым по сборам В. П. Ренгартена, приурочена к двум горизонтам: нижнему — в основании маастрихтских отложений и верхнему — в основании трансгрессивно залегающего среднего эоцена.

В первом горизонте встречены *Lima difficilis* Pcel,. *Camptonectes tithonius* Gemm. et di Blasi, *Chlamys portlandica* Cott., *Chl. strambergensis* Rem., *Chl. cf. acrorysa* Gemm. et di Blasi, *Chl. sp. ind.*, *Spondylopecten aequatus* Quenst., *Velopecten sp. ind.*, *Liostrea sp. ind.*, *Alectryonia moravica* Boehm., *Myoconcha sp. ind.*, *Pachymytilus* Pcel. (*sp. n. ind. ex gr. petasus* Ord.), *Pharomytilus sp. ind.*, *Lithophaga vieta* Lor., *Parallelodon sp. ind.*, *Praeconia nuculaeformis* Pcel., *Diceras sp. ind.*, *Helcion sp. ind.*, *Scurria oxyconus* Zitt., *Fisurella sp. indet.*, *Gymnocerithium romani* Pcel.

Фауна из глыб известняков, включенных в отложения эоцена, содержит *Chlamys portlandica* Cott., *Chl. sp. ind.*, *Entolium sp. ind. Chl. strambergensis* Rem., *Aequipecten nebrodensis* Gemm. et di Blasi. *Myoconcha sp. indet.*, *Isocardia sp. indent. ex gr. letteroni* Lor.

Как видно из списка В. Ф. Пчелинцева, представители многих родов не доведены до видового определения, по-видимому вследствие плохой сохранности образцов. В нашем распоряжении имеется более обширный материал лучшей сохранности, что позволило нам подтвердить наличие всех описанных В. Ф. Пчелинцевым форм и значительно пополнить список пластинчатожаберных за счет таких видов, как *Entolium cingulatum* Goldf., *E. demissum* (Phill.), *Camptonectes lens* (Sow.), *Chlamys viminea* Sow., *Chl. splendens* Dollf., *Lima duplicata* Sow., *L. greppini* Etall., *Aequipecten fibrosus* (Sow.), *Unicardium tombecki* Lor., *U. gibbosum* Morr., *Pecten donecianus* Bor. et Ivanof., и множества неопределимых *sp. ind.*: *Arcomya, Pleuromya, Gervillia, Pharomytilus, Chlamys*.

Обработанный материал, собранный сотрудником Института палеобиологии АН ГССР профессором Н. Г. Химшиашвили летом 1974 г., происходит из титонских известняков района г. Жинвали.

Формы, включенные в коллекцию, имеют широкое горизонтальное распространение. Присутствие в ней таких точно определенных видов, как *Lima tithonia* Gemm. et di Blasi, *Chlamys strambergensis* Rem., с твердостью указывает на титонский возраст содержащих их пород. Наряду с перечисленными формами, найдена очень крупная створка нового представителя рода *Ctenostreon*, отличающаяся от всех известных видов по характеру скульптуры. Приводим описание этого своеобразного вида.

Тип—*Mollusca*. Мягкотелые.

П/тип—*Conchifera*. Раковинные.

Класс—*Bivalvia*. Двустворчатые.

Отр.—*Anisomyaria*. Неравномускульные.

Н/сем.—*Pectinacea*.

Сем.— *Limidae* Orbigny, 1847.

Род—*Ctenostreon* Eichwald, 1867.

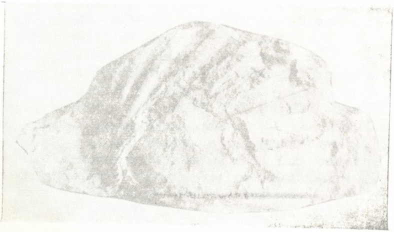
Ctenostreon Jinvalensis Ratiani, sp. n.

Название вида. По названию г. Жинвали в Восточной Грузии.

Голотип. Образец № 4733, колл. Института палеобиологии АН ГССР, г. Жинвали, титон.

Материал. Одна правая створка.

Размеры. Д ~ 190,0, В — 210,0.



Описание. В коллекции имеется одна неполностью сохранившаяся створка с очень характерной скульптурой. В имеющейся литературе похожих форм не найдено, поэтому мы даем описание этого нового вида. Створка, по-видимому, была округлых очертаний, огромная, достаточно выпуклая. На первый взгляд обращает на себя внимание очень типичная скульптура найденного образца, резко отличающая его от остальных представителей рода. Это послужило основанием выделить его в самостоятельный вид. Скульптура представлена радиальными и концентрическими элементами. Радиальные ребра в количестве 10 по ширине немного уступают межреберным промежуткам. В своем сечении ребра четырехугольные, боковые края их пологие. Ребра имеют вид пластинок толщиной 0,5—0,7 мм. У макушки они сильно истончаются и составляют примерно 1/10 ширины их у основания. Радиальная ребристость пересекается концентрическими линиями нарастания, которые в межреберных промежутках изгибаются дугой книзу, а на ребрах изгиб направлен вверх.

Сравнение. Очень похожий из близких видов *Ctenostreon proboscideum* Sow. [2] отличается от описанного присутствием шипов на ребрах, округлой формой ребер и характером их сечения.

Местонахождение. г. Жинвали, титон, № 4733 (колл. Н. Г. Химшиашвили).

Распространение. Титон Грузии.

Академия наук Грузинской ССР
Институт палеобиологии

(Поступило 25.4.1975)

პალეობიოლოგია

რ. რატიანი

ქ. ჟინვალის რაიონის ტიტონური ფაუნა

რეზიუმე

შესწავლილია ქ. ჟინვალის რაიონში გავრცელებული კირქვების ორსაგდულიანი მოლუსკების ფაუნა. მოცემულია ფაუნის ანალიზი და აღწერილია ახალი სახე *Ctenostreon jinvalensis*. დასტურდება ფაუნის შემცველი კირქვების ტიტონური ასაკი. ნაჩვენებია, რომ აღწერილი ფაუნა დამახასიათებელია რიფული ფაციესებისათვის.

PALAEOBIOLOGY

R. V. RATIANI

THE TITHONIAN FAUNA OF ZHINVALI DISTRICT

Summary

The article deals with the study of the Bivalvia of the calcareous deposits of Zhinvali district, eastern Georgia. A short analysis of the fauna is given as well as the description of the new species *Ctenostreon jinvalensis*. The Tithonian age of the fauna deposited in the reef facies is proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Ф. Пчелинцев. Труды Главного геол.-развед. упр. вып. 91, 1931.
2. J. Sowerby. The Mineral Conchology of Great Britain, III. London, 1821.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975
УДК 494.35

ენათმეცნიერება

გ. ანთელავა

თანამედროვე თურქული სალიტერატურო ენის ზოგიერთი სიტყვაწარმოებითი აფიქსის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ს. ჯიქიამ 22.4.1975)

თურქული სალიტერატურო ენის ლექსიკის რეფორმის პროცესში, რომელიც რამდენიმე ათეული წელია მიმდინარეობს, ენაში შემოდის ბევრი ახალი სიტყვა. ეს სიტყვები აღებულია სხვადასხვა თურქული ენებიდან და დიალექტებიდან, ძველი თურქული წერილობითი ძეგლებიდან და აგრეთვე იქმნება სიტყვაწარმოების სხვადასხვა ხერხების გამოყენებით.

ერთ-ერთი ასეთი ხერხია აფიქსაცია, „რომლის წყალობით ენაში სიტყვების რიცხვი გრამატიკული თვალსაზრისით ულევია“ [1]. ეს დებულება ზედმიწევნით კარგად დასტურდება თურქულში, განსაკუთრებით მის რეფორმისდროინდელ პერიოდში, რომელიც ხასიათდება ახალი სიტყვების შექმნის ინტენსიურობით.

ცოცხალი და პროდუქტული აფიქსების გვერდით ახალი სიტყვების შექმნისას რეფორმატორები იყენებენ ე. წ. არაპროდუქტულ აფიქსებს, რომლებიც ზოგჯერ სხვა თურქული ენებიდანაა აღებული.

ეს აფიქსებია: -(i)^{4}t; -(a)^{2}v; -(a)^{2}l; -(ı)^{4}l; -(a)^{2}y; -tay; -may [2]. ამავე რიგში შეიძლება შევიტანოთ აგრეთვე -(a)^{2}ç; -(ı)^{4}ç; -(a)^{2}t; -m(a)^{2}n; -s(a)^{2}l.

ეს ე. წ. არაპროდუქტული აფიქსები ნაკლებად არის შესწავლილი და ამდენად მათ მიმართ ჩვენი ინტერესი კანონზომიერია [3].

აფიქსი -v/-(a)v/-(e)v „სრულიად უცხოა თანამედროვე თურქული სალიტერატურო ენისათვის“ [2]. იგი ფიქსირებულია „ყაზანის დიალექტში“ [4], ხოლო მისი მეშვეობით ნაწარმოები სიტყვები სხვადასხვა დიალექტიდან შემოვიდა სალიტერატურო ენაში:

bitev — 1) ზუსტი, 2) სანიმუშო; saylav — დეპუტატი; yasav — დისციპლინა; sınav — გამოცდა.

საფიქრებელია, რომ ეს აფიქსი ენაში შემოვიდა XX ს. 30-იან წლებში, რეფორმის უკიდურესი პურიზმის ეტაპზე. მისი მეშვეობით ზმნის ფუძეებიდან ნაწარმოებია ახალი სიტყვების მცირე რაოდენობა, ძირითადად მოქმედების სახელის მნიშვნელობით: dilev — პროცესი, დავა; görev — თანამდებობა, ფუნქცია, პასუხისმგებლობა; denev — გამოცდა, გასინჯვა; işlev — პრაქტიკა და სხვა.

დაკვირვებიდან ჩანს, რომ ამ აფიქსით ნაწარმოები სიტყვების უმრავლესობამ ენაში ფეხი ვერ მოიკიდა და დარჩა სუბიექტური სიტყვაწარმოების კონკრეტულ ნიმუშად.

აფიქსი -sal/-sel სპეციალურ ლიტერატურაში ცნობილია, როგორც საკმაოდ იშვიათი არაპროდუქტული აფიქსი, რომელიც აწარმოებს ზედსართავ სახელებს ძალზე მცირე რაოდენობით [2]. რეფორმის პროცესში (1935—1936 წწ.) იგი აღორძინებულ იქნა და დღეს თურქული ენის ერთ-ერთი ყველაზე პროდუქტულ აფიქსთაგანია. ჩვეულებრივ იგი ერთვის სახელებს და აწარმოებს ზედსართავებს.

batısal — (batı) — დასავლური; derisel — (deri) — კანის; kamusal — (kamu) — საჯარო, საზოგადოებრივი; tarımsal — (tarım) — სასოფლო-სამეურნეო და სხვ.

ზოგჯერ იგი გვხვდება ვიწროხმოვნიანი ვარიანტით: büksül — მრუდე, გადუნული; damaksıl — სასისმიერი; arasıl — პარალელური (შდრ. ძვ. თ. yoksul — ღარიბი, გაჭირვებული).

ახალი სიტყვების წარმოებისას მას უჩნდება ტენდენცია დაერთოს ზმნის ფუძეებსაც: büksül — (bük-); dokunsal — (dokun-) — შეხებითი; görsel — (gör-) — საყურებელი; işitsel — (işit-) სასმენი და სხვ.

-sal/-sel ძველი თურქული აფიქსია, დადასტურებული ძველ თურქულ წერილობითს ძეგლებში. ბოლო დროს მისი წარმოშობის საკითხის ირგვლივ თურქეთის სამეცნიერო წრეებში გაიმართა პოლემიკა, რომელშიაც მონაწილეობა მიიღეს თურქმა ენათმეცნიერებმა თ. ბანგუოღლუმ, ე. ბაირაქთაროღლუმ, ჰ. ედისკუნმა და ზ. კორკმაზმა. პოლემიკის მასალები გამოქვეყნდა პრესაში [5—7].

თ. ბანგუოღლუსა და ე. ბაირაქთაროღლუს აზრს, რომლებიც განიხილავდნენ აღნიშნულ აფიქსს დამოუკიდებლად, დაუპირისპირდნენ ზ. კორკმაზი და ჰ. ედისკუნი, რომლებმაც -sal/-sel-ში გამოყვეს -sı/-si/-su/-sü ელემენტი, როგორც III პირის მხ. რ. კუთვნილებითი აფიქსი. მათი აზრით -sal<-sı+(a)l და ა. შ. თუ გავითვალისწინებთ საილუსტრაციო მასალის მნიშვნელობას, ამ ჰიპოთეზას გარკვეული თვალსაზრისით შეიძლება გაეწიოს ანგარიში.

რაც შეეხება -l/-(a)l/-(e)l/-(ı)l/-(i)l/-(u)l/-(ü)l აფიქსს, იგი დამოუკიდებელი აფიქსია [8], რომელიც რეფორმამდე შემორჩა რამდენიმე სიტყვას [2], ხოლო ამჟამად მისი მეშვეობით შექმნილია ახალი სიტყვების მნიშვნელოვანი რაოდენობა, რომელთაგან უდიდესი ნაწილი ზედსართავი სახელებია. ამ შემთხვევაში -(a)^{n}l აფიქსი ფუნქციურად ემთხვევა -s(a)^{n}l აფიქსს: bölgel — რაიონული; başal — მთავარი; kıyal — დანაშაულებრივი, სისხლის სამართლისა; ilkel — დაწყებითი, თავდაპირველი და სხვ.

გარდა ზედსართავებისა იგი აწარმოებს სახელისა და ზმნის ფუძეებიდან არსებით სახელებსაც: aral — არქიპელაგი; kural (kur-) — წესი (გრამ.); ödül (öde-) — პრემია; irdel (irde-) — გამოკვლევა, შესწავლა და სხვ.

აფიქსი -man/-men XX ს. 30-იან წლებამდე ითვლებოდა არაპროდუქტიულად. იგი შემორჩენილი იყო რამდენიმე სიტყვაში [9]. მის წარმოშობას უკავშირებენ -sıman/-simen აფიქსს, რომელიც დადასტურებულია „ყაზანის დიალექტსა და ალთაურ ენებში" [9]. რეფორმის პროცესში იგი ხდება ერთ-ერთი ყველაზე აქტიური სიტყვაწარმოებითი აფიქსი. იგი ერთვის სახელისა და ზმნის ფუძეებს და აწარმოებს არსებით და ზედსართავ სახელებს:

bakman (bak-) — ინსპექტორი, რევიზორი; bulman (bul-) — გამომგონებელი; çevirmen (çevir-) — მთარგმნელი; dağıtman (dağıt-) — ფოსტალიონი; akman — სუფთა, წმინდა, უდანაშაულო; erkmen — ძლიერი, ძლევამოსილი, evcimen — მეოჯახე.

ამ აფიქსს თურქმა მკვლევარმა ბესიმ ათალაიმ უძღვნა გამოკვლევა [10], რომელშიაც ფიქსირებულია 350 სიტყვა, დადასტურებული სხვადასხვა დიალექტში. საილუსტრაციო მასალიდან ჩანს, რომ -man/-men აფიქსი ზედსართავ სახელებს აწარმოებდა უმთავრესად სახელებიდან. რაც შეეხება ახალ სიტყვებს, ესენი არსებითი სახელებია (ზოგიერთის გამოკლებით), ნაწარმოები ძირითადად ზმნური ფუძეებიდან.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
აღმოსავლეთმცოდნეობის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 24.4.1975)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Г. И. АНТЕЛАВА

О НЕКОТОРЫХ СЛОВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ АФФИКСАХ СОВРЕМЕННОГО ТУРЕЦКОГО ЛИТЕРАТУРНОГО ЯЗЫКА

Резюме

Рассмотрены словообразовательные аффиксы -v / -(a) v / -(e) v; -sal/-sel; -l/-(a)[6]l; -man/-men, которые в процессе реформы турецкой лексики нашли более широкое применение и приобрели при этом некоторые новые функциональные свойства.

LINGUISTICS

G. I. ANTELAVA

ON SOME DERIVATIONAL AFFIXES OF MODERN LITERARY TURKISH

Summary

The derivational affixes-*v/ -(a)v/ -(e)v; -sal/ -sel; -l/-(a)*[6]*l; -man/ -men* have been considered. In the course of the reform of Turkish vocabulary these affixes have found a wider application, acquiring some functional features.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ж. Вандриес. Язык. М., 1937.
2. А. Н. Кононов. Грамматика современного турецкого литературного языка. М.—Л., 1965.
3. Г. И. Антелава. Сообщения АН ГССР, 56, № 1, 1969.
4. G. Lewis. Turkish Grammar. London, 1967.
5. T. Banguoğlu. Dünya Gazetesi, 16.IX—19.IX. 1965.
6. E. Bayraktaroğlu. Meydan, 25.IX.1965.
7. Türk Dili. 179—181, 1966.
8. Г. Рамстед. Введение в алтайское языкознание. М., 1957.
9. J. Deny. Grammaire de la langue Turque (Dialecte Osmanli). Paris, 1921.
10. Besim Atalay. Türkçemizde -man/-men. Istanbul, 1940.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 79, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 79, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 79, № 2, 1975

УДК 496.631

ენათმეცნიერება

ბ. ჯორბენაძე

ტბ || ტაბ ფუძე ქართულ ტოპონიმებში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა შ. ძიძიგურმა 8.4.1975)

გასაანალიზებელია **ტბ || ტაბ** ელემენტი ქართულ ტოპონიმებსა და ჰიდრონიმებში. ამ ელემენტის აღსანიშნად საკუთარი სახელის დონეზე ტერმინ „ფუძის" ხმარება გარკვეულ წინააღმდეგობას იწვევს. საქმე ისაა, რომ ფუძე, გარდა გრამატიკული ფუნქციისა, ლექსიკური მნიშვნელობის მატარებელიცაა საზოგადო სახელებში. საკუთარ სახელს კი, რომელიც დაცლილია ცნებითი მნიშვნელობისაგან, შეუძლებელია ლექსიკური მნიშვნელობის მქონე ელემენტი მოეპოვებოდეს. ამიტომ დასაძებნია კრიტერიუმი, რომელიც ერთნაირად გამოსადეგი იქნება როგორც საზოგადო, ისე საკუთარი სახელის ფუძისეული მორფემის გამოსაყოფად. სხვა სირთულე: თუკი საზოგადო სახელის შემთხვევაში სტრუქტურული სეგმენტების გამოყოფა ორგვარ, ურთიერთშემავსებელ კრიტერიუმს ეფუძნება: ფორმობრივს (განმეორებადი, უცვლელი, ერთი მხრივ, და ცვლადი, მეორე მხრივ, სტრუქტურული ელემენტების პრინციპი: **ტბა, ტბა-მ, ტბა-ს, ტბ-ის... ტბ-ორ-ი, ნა-ტბ-ევ-ი...** ამ შემთხვევაში **ტბა || ტბ** ელემენტი, სეგმენტი გამოიყოფა იმის გამო, რომ იგი განმეორებადია, უცვლელადაა წარმოდგენილი ფორმათა გარკვეულ ნაწილში. შესაბამისად, **-მ, -ს, -ის, -ორ, ნა---ევ** იმიტომ გამოიყოფა, რომ ცვლადია და უცვლელ სეგმენტს დაერთვის. ამათგან **-მ, -ს, -ის...** ფორმათწარმოებითია და პირობითად შეიძლება „ვერტიკალურ" რიგად იწოდოს, დანარჩენები სიტყვათწარმოებითია და „ჰორიზონტალური" რიგისაა, თვით ქმნიან ახალ ფუძეს, რომელიც, როგორც წესი, ფორმათწარმოების სისტემაში ჩაერთვება ამის მერე) და შინაარსობრივს (**ტბ || ტბა** ლექსიკური და გრამატიკული მნიშვნელობების მატარებელია და, ამდენად, ფუძეა, ხოლო **-მ, -ს, -ის, -ორ, ნა---ევ** ოდენგრამატიკული მნიშვნელობის მქონენი არიან და, შესაბამისად, აფიქსებია, რომლებიც კონსტრუქციულ მიმართებათა საფუძველზე, იმის მიხედვით, ცვლიან თუ არა ფუძის ძირითად ლექსიკურ მნიშვნელობას, ფორმათწარმოებით და სიტყვათწარმოებით აფიქსებად ნაწილდებიან).

საკუთარი სახელების შემთხვევაში რჩება ერთიღა — ფორმობრივი კრიტერიუმი და ისიც მხოლოდ ჰორიზონტალური რიგისა. ვერტიკალური რიგის წარმოება ზოგჯერ სპეციფიკურ ვითარებას კი გვიჩვენებს (მაგალითად, ანთროპონიმების ბრუნება ქართულში), მაგრამ საკუთარ სახელთა ფუძის საანალიზოდ უმოქმედოა. ამდენად, **ტბისი, ტბეთი, ტბედი... ტაბაკმელა, ტაბნარი...** ტოპონიმებში ზემოაღნიშნული ფორმობრივი კრიტერიუმის საფუძველზე გამოიყოფა **ტბ, ტაბ, ტაბა** ელემენტები, რომელთაც (ტოპონიმის შემთხვევაში) ფუძეს ვერ დავარქმევთ (ლექსიკური მნიშვნელობის უქონლობის გამო — ფუძის ამჟამინდელი განმარტების შესაბამისად). ასე რომ, **ტბ, ტაბ, ტაბა** ონომასტიკის დონეზე სტრუქტურული ელემენტებია და მიუხედავად იმისა, აპელატივის დონეზე რა განსხვავებული ლექსიკური მნიშვნელობების მატარებელნიც უნდა ყოფილიყვნენ, როგორც ტოპონიმების შემადგენელი ელემენტები, მხოლოდ მათი ფორმობრივი ქმედების საფუძველზე უნდა იქნენ გათანაბრებულნი ან დაპირისპირებულნი. ვთქვათ, **ტაბა** ელემენტი **ტაბანი, ტაბნები, ტაბნარა, ტაბაკმელა, ტაბაწყური** ფორმებში განიხილება როგორც იდენტური ან

განსხვავებული იმის საფუძველზე, თუ რა ვითარებას გვიჩვენებს იგი კუმშვაკვეცის ან სხვა ფორმობრივი ცვლილება-მდგრადობის თვალსაზრისით.

რასაკვირველია, მარტოოდენ ზემოაღნიშნული კრიტერიუმის გამოყენება ტოპონიმების სტრუქტურის კვლევისას მრავალთაგან მრავალ შემთხვევითობასა და უზუსტობასთან იქნება დაკავშირებული, თუკი ზოგი სხვა ფაქტორიც არ იქნა გათვალისწინებული. იგულისხმება ის ფაქტი, რომ ერთი და იგივე ფონეტიკური შედგენილობის ელემენტი, როგორც წესი, ნაირგვარადაა გაფორმებული. ასე მაგალითად, ჩვენს შემთხვევაში: **ტბები, ტბისი, ტბეთი... ტაბანი, ტბათი, ტაბნები...** ნაირგვარი გაფორმება ნაირგვარი მოტივაციის შედეგიც შეიძლება იყოს და ამოსავალი ფუძის ნაირგვარი მნიშვნელობის შედეგიც. **ტბ || ტაბ**, როგორც არატოპონიმის შემადგენელი სტრუქტურული ელემენტი, ქართულში შემდეგი დანიშნულებისა თუ მნიშვნელობის მატარებელია: **ტაბა** (1) ქართველური ანტროპონიმია [1]; **ტაბა || ტბ** (2) **-ტბა**, წყლის ბუნებრივი რეზერვუარი. იგივე ელემენტი ჩანს **ტაბელა** (3) სიტყვაშიც (მცენარის სახელია, იგივეა, რაც ჩადუნა). ეს ფონეტიკურად მსგავსი სტრუქტურული ელემენტები ნაირგვარი მნიშვნელობისდა მიხედვით ნაირგვარ აფიქსებს იხამებენ: **ტაბანი** — ოჯახისა და სოფლის უბნის სახელწოდებად — ამოსავლად უპირველესად **ტაბა** ანთროპონიმს გვავარაუდებინებს; **ტბისი, ტბეთი, ტბედი** ტოპონიმები ამოსავლად **ტბა** საზოგადო სახელს გულისხმობენ, იმავე სახელის უძველეს **ტაბა** ფორმობრივ ვარიანტს ვარაუდობენ **ტაბაკმელა, ტაბაწყური** ტოპონიმები. იმავდროულად, **ტბისი, ტბეთი, ტბედი** ამოსავლად ერთსა და იმავე ფუძეს კი გულისხმობს, მაგრამ მათი ნაირგვარი გაფორმება უკვე ნაირგვარი მოტივაციის შედეგია ამა თუ იმ ობიექტის სახელდებისას.

სირთულე სხვაც არის. ჯერ ერთი, ნაირგვარი ამოსავალი მნიშვნელობის მქონე ელემენტებმა შესაძლოა შეხამების ერთგვარი უნარი და მისწრაფება გამოავლინონ და მაშინ ურთიერთგადამკვეთი ფორმები დადასტურდება. გარდა ამისა, ფორმათა შემადგენელ სტრუქტურულ ელემენტებად სეგმენტაციაც ჯერჯერობით ვერ პოულობს მყარ ლინგვისტურ კრიტერიუმს. როგორ უნდა დაიშალოს, მაგალითად, ტოპონიმი **ტაბნარა**: **ტაბ-ნარ-ა** (1) და გამოიყოს რთული შედგენილობის (-ნ-არ) სუფიქსი (**მუხ-ნარ-ი, ვარდ-ნარ-ი...** ფორმებში დადასტურებული): თუ: **ტაბ-ნ-არ-** (2), სადაც **-ნ** დეტერმინანტი სუფიქსის ელემენტია, ხოლო **-არ** ოდენიდელი ქართველური სუფიქსი, რომელიც დიფერენცირების შემდგომ სვანურში დღესაც მოქმედია, ხოლო ქართულში ძირითადად მიმღეობებშია დამოწმებული (**მ-დევ-არ-ი, მა-წყევ-არ-ი... სა-დევ-არ-ი, სა-წყევ-არ-ი...**), ძველ ქართულში კი, გარკვეულ რეგიონში, წარმომავლობის სახელებს აწარმოებდა (**ოპიზა — ოპიზ-არ-ი, ტბეთი — მტბევ-არ-ი...** იხ. [2]). პირველ შემთხვევაში ისიც გასარკვევი დარჩება, თუ რომელი მცენარის სახელი უნდა ვივარაუდოთ **ტაბ-ნარ-ა** ტოპონიმისთვის ამოსავლად, იგივე, რაც **ტაბელა** სიტყვა აღნიშნავს? მაშინ, შესაბამისად **-ელა** ელემენტის საკითხიც დაისმის: კნინობითობისაა იგი (**ჭყონია — ჭყონი-ელა**), თუ წარმომავლობის აღმნიშვნელი (**ნოლა**⟶მდინარე: **ნოლ-ელა**). იმავდროულად, არც ისაა აუცილებელი, რომ აქ უთუოდ მცენარის სახელი ვივარაუდოთ ამოსავლად, თუმცა ეს ყალიბი ჩვეულებრივ ამგვარი შეხამებითაა გავრცელებული (შდრ.: **ვარდ-ი—ვარდ-ნარ-ი**, მაგრამ: **ქვიშა—ქვიშ-ნარ-ი**). ამრიგად, დასადგენი ბევრია, ხოლო ზუსტი ფორმობრივი კრიტერიუმის გამოძებნა საშური. მიზანი ისაა, გამოიძებნოს კვლევის პრინციპი, რომელიც ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად შეგვაძლებინებს ფორმობრივი და ფუნქციური ასპექტების ანალიზს.

ქართველური ენების მონაცემთა შედარების საფუძველზე (მეგრული: **ტობა || ტობო ||ტომბა**, ჭანური: **ტობა || ტიბა**, სვანური: **ტუბა || ტომბ || ტო̄მბ**) და ტოპონიმთა მონაცემებით **ტბა** ფორმისათვის აღდგენილია უძველესი ფუძე **ტაბა**, რომლის ბოლოკიდური **-ა** მიჩნეულია დეტერმინანტ **-ან** სუფიქსის ნაშთად; ამდენად, სრული სახეა: **ტაბან** (ა. შანიძე, ს. ჯანაშია, არნ. ჩიქობავა). ცნობილია, რომ ახლა დამოწმებულ ოდენხმოვნიან თუ ოდენთანხმოვნიან

აფიქსებში ისტორიულად თანხმოვან-ხმოვნის (პრეფიქსებში) და ხმოვან-თანხმოვნის (სუფიქსებში) ერთიანობას ვარაუდობენ. სტრუქტურული მოდელი უძველესი ქართველური პრეფიქსისა: CV-, სუფიქსისა: -VC. მაგრამ ქართულში არის იმის შესაძლებლობა, რომ ფუძის დეტერმინატორებად ოდენთანხმოვნიანი ან ოდენხმოვნიანი ელემენტები გამოვყოთ, ხოლო მათი ერთიანობა რთული აფიქსის სახეობად მივიჩნიოთ. ამას უნდა გვიდასტურებდნენ შემდეგი მაგალითები: **მ-წუხ-არ-ე** და **მ-წუხ-რ-ი, გვარ-ალ-ი** და **გვარ-ლ-ი, მამ-ალ-ი** და **მამ-რ-ი, მალ-ალ-ა** (შრდ. მალალაშვილი) და **მალ-ლ-ა**... გარდა ამისა, **ძერ-ი** და **ძერ-ა, წურბელ-ი** და **წურბელ-ა**... ტიპის სახელები, ერთი მხრივ, და **თოვ-ს — თოვ-ლ-ი, თეს-ლ-ი, მად-ლ-ი,** მეორე მხრივ. აღნიშნული იმაზე უნდა მიგვანიშნებდეს, რომ დეტერმინანტი აფიქსები ყოველთვის ხმოვან-თანხმოვნით კი არ უნდა ყოფილიყვნენ შედგენილნი, ან სონანტთა გაუმარცვლოვანობის საკომპენსაციოდ გაჩენილი ხმოვნებით კი არ უნდა იყვნენ გართულებულნი, არამედ დამოუკიდებელ, ფუნქციურად ღირებულ ელემენტებს უნდა წარმოადგენდნენ (რა თქმა უნდა, განუკითხავად ყველა შემთხვევაში არა!). ეს კარგად ჩანს შემდეგი ნიმუშებიდანაც:

კოჭ-ლ-ი	თოვ-ლ-ი	თეს-ლ-ი
კოჭ-ა	თოვ-ა	თეს-ა (=თევს-ვ-ა) და მისთ.
კოჭ-∅ (=კოჭ-ი)		

დეტერმინანტი აფიქსი თავკიდურა პოზიციაშიც შეიძლებოდა შეგვხვედროდა. მართლაც, შდრ.: **ი-ძვრის — ი-ნ-ძრევა, ნ-ჩქრევა — ჩქერი, რ-წევა — ს-წევს, რ-წმენა — ს-წამს.** გენეზისურად ერთი და იგივე ფორმანტი პოზიციისდა მიხედვით ნაირგვარ ფუნქციას ღებულობდა. აქ ანალოგიისათვის შეიძლება გავიხსენოთ: **იგი კაც — კაც იგი:** პირველ შემთხვევაში **იგი** ჩვენებითი ნაცვალსახელია, მეორე შემთხვევაში — ნაწევარი. პოზიციამ მინიმალურად, მაგრამ მაინც განასხვავა ფუნქციები, რაც შემდგომი დაშორებისა და გადასხვაფერების მიზეზი გახდა. უძველესი დეტერმინანტი სუფიქსები ჩანს **ქართ-ლ-(ი)** და *ქართ-ჳ (შდრ.: ქართ-ვ-ელ-ი) ფორმებში. ამისდა კვალობაზე **ტბ-ა, ტაბ-ა, ტაბ-ნ** ფორმებში დადასტურებული **-ა** და **-ნ** ელემენტები შესაძლოა სავსებით დამოუკიდებელი ფორმანტები იყვნენ და არა ხმოვან-თანხმოვნით შედგენილი ფორმანტის **(-ან)** ფონეტიკურ ნიადაგზე სახეცვლილი ნაშთი-ფორმანტები. იმავდროულად, ტოპონიმებში დამოწმებული ყველა ფორმანტი ტოპოფორმანტად უნდა იქნეს მიჩნეული (**ტბ-ის ნაპირები:** აქ **-ის** ნათესაობითი ბრუნვის ნიშანია, რადგან მისი ქმედება შეესაბამება ბრუნვის ნიშნის სტატუსს. ხოლო **ტბ-ის-ი** ტოპონიმში იგივე ფონეტიკური შედგენილობის **-ის** უკვე ტოპოფორმანტია, რადგან მისი ქმედება შეესაბამება ტოპონიმის მაწარმოებლის სტატუსს: ყოველი ფორმანტი, რომელიც იცვლის სისტემას და ახალი, ტოპონიმიკური სისტემის კუთვნილება ხდება, ტოპოფორმანტად იქცევა. ახალი, ონომასტიკური სისტემაა: **ტბ-ის-ი — ტბ-ელ-ი — ტბ-ურ-ი**... პირველ შემთხვევაში კი ფორმა ბრუნვის სისტემას ექვემდებარება).

დამოწმებული **ტაბაჭმელა** და **ტაბაწყური** ტოპონიმები მიგვანიშნებენ, რომ „**ტაბა**“ შესაძლოა ყოფილიყო მშრალიც და წყლიანიც. თუ ასეა, **ტბა || ტაბა** ადრე იმას არ აღნიშნავდა, რის სახელწოდებაც (წყლის ბუნებრივი რეზერვუარი) დღეს არის. ამას ტოპონიმებიც გვიდასტურებენ: **ტბა || ტაბა,** გარდა საკუთრივ ტბისა, სათიბის, სოფლის, ტყის, ველის სახელებადაც გვხვდება. ეს კი იმას არ ნიშნავს, რომ ამ სათიბის, ტყის, ველის ადგილას ადრე აუცილებლად ტბა ვიგულვოთ. **ტაბ ნეიტრალური უნდა ყოფილიყო** ამ თვალსაზრისით, იგი ფაქტიურად „რელიეფის უარყოფითი ფორმას“ აღნიშნავდა და იმის მიხედვით მშრალი იყო თუ წყლით ამოვსებული, ფორმდებოდა შესაბამისად როგორც **ტაბაჭმელა** (ტაბახმელა) ან **ტაბაწყური.** ეს ფუძეთა შეერთებით მიღებული სახელებია. სავარაუდოა, რომ დიალექტთა ერთ ნაწილში **ბ:ფ** მონაცვლეობის საფუძველზე იმავე მნიშვნელობების გასარჩევად ერთმანეთს დაპირისპირებოდნენ **ტაბ-(ა)** და **ტაფ-(ი)** ფორმები. უკანასკნელი, როგორც წარ-

მოდგენილი ფუძის სახით, ასევე წარმოებული ფუძით (ტაფობი, ტაფილი) გამოიყენება ქართულ ენასა და მის დიალექტებში. *ტაბ ფუძისთვის ზემოაღნიშნული ორგვარი მნიშვნელობის ქონების შესაძლებლობას მეგრულ-ჭანურის მონაცემიც გვიდასტურებს.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 10.4.1975)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Б. А. ДЖОРБЕНАДЗЕ

tb || tab ОСНОВА В ГРУЗИНСКИХ ТОПОНИМАХ

Резюме

На основании выявления элемента tb || tab в грузинских географических названиях делается попытка установить некоторые общие принципы структурного анализа топонимов.

LINGUISTICS

B. A. JORBENADZE

THE *tb||tab* ROOT IN GEORGIAN PLACE NAMES

Summary

The use of *tb||tab* elements in Georgian place names have been analysed. An attempt is made to give some principles of structural analysis of place names.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ალ. ღლონტი. ქართველური საკუთარი სახელები. თბილისი, 1967.
2. ა. შანიძე. ქართული ენის სტრუქტურისა და ისტორიის საკითხები, I. თბილისი, 1957.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи без ограничения, а с соавторами—не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме — к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами — пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

5. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

7. Статья оформляется следующим образом: вверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем — название статьи; справа вверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы

даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подрисуночные подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными—также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания, а если цитирована книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (на более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или напечатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны 27-22-16, 37-93-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 12 руб.

ავტორთა საყურადღებოდ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჯერ გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბეჭდად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არაუმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არაუმეტეს სამი წერილისა. გამონაკლის შემთხვევაში, როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბეჭდად სავსებით მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე, ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია ღებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით გადმოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი განმეორება წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმომდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით, წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზე-

ბის დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდეზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რომელ ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ჟურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველგან უნდა გაესვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საჟურნალო შრომა, ვუჩვენოთ ჟურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ჟურნალებში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებად შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-93-42.

საფოსტო ინდექსი 380060

ხელმოწერის პირობები: ერთი წლით 12 მან.

ფასი 1 მან.
ЦЕНА 1 РУБ.

ИНДЕКС 76181