ISSN—0132—1447

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

მოამბე

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 122 ТОМ

№ 3

ივნისი 1986 ИЮНЬ

თბილისი * ТБИЛИСИ * TBILISI

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე

СООБЩЕНИЯ
АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN
OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 122 ТОМ

№ 3

ივნისი 1986 ИЮНЬ

თბილისი * ТБИЛИСИ * TBILISI

გადაეცა ასაწყობად 29.4.1986; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.6.1986; შეკვ. № 1408; ანაწყობის ზომა $7 \times 12^3/_4$; ქაღალდის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 14; სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 19,6; უე 06783; ტირაჟი 1400; ფასი 1 მან. 90 კაპ.

Сдано в набор 29.4.1986; подписано к печати 25.6.1986; зак. № 1408; размер набора $7 \times 12^3/_4$; размер бумаги 70×108; физический лист 14; уч. издательский лист 18,5; печатный лист 19,6; УЭ 06783; тираж 1400; цена 1 руб. 90 коп.

* * *

საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის სტამბა, თბილისი 380060, კუტუზოვის ქ. 19

Типография АН Грузинской ССР, Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19

გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი 380060, კუტუზოვის ქ., 19

Издательство «Мецниереба», Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19

შინაარსი

მათემატიკა

კიბერნეტიკა

ფიზიკა

გეოფიზიკა

---

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

ორგანული ქიმია

ფიზიკური ქიმია

ქიმიური ტექნოლოგია

ფარმაკოქიმია

გეოლოგია

პეტროლოგია

მეტალურგია

მანქანათმცოდნეობა

ჰიდროტექნიკა

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

ბოტანიკა

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ბიოფიზიკა

ექსპერიმენტული მედიცინა

ფილოლოგია

არქეოლოგია

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

КИБЕРНЕТИКА

ФИЗИКА

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

ГЕОФИЗИКА

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

ФАРМАКОХИМИЯ

ГЕОЛОГИЯ

ПЕТРОЛОГИЯ

МЕТАЛЛУРГИЯ

МАШИНОВЕДЕНИЕ

ГИДРОТЕХНИКА

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

БОТАНИКА

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

БИОФИЗИКА

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

ФИЛОЛОГИЯ

АРХЕОЛОГИЯ

CONTENTS

MATHEMATICS

CYBERNETICS

PHYSICS

GEOPHYSICS

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

ORGANIC CHEMISTRY

PHYSICAL CHEMISTRY

CHEMICAL TECHNOLOGY

PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

GEOLOGY

PETROLOGY

METALLURGY

MACHINE BUILDING SCIENCE

HYDRAULIC ENGINEERING

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

BOTANY

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

BIOPHYSICS

EXPERIMENTAL MEDICINE

PHILOLOGY

ARCHAEOLOGY

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 517.5

МАТЕМАТИКА

Н. Л. ПАЧУЛИА

ОБ ОЦЕНКЕ СИЛЬНЫХ СРЕДНИХ (C,α) МЕТОДОВ СУММИРОВАНИЯ С ПЕРЕМЕННЫМ ПОКАЗАТЕЛЕМ РЯДОВ ФУРЬЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиашвили 11.11.1983)

Пусть на сегменте $[a, b]$ дана ортонормированная, с неотрицательным ограниченным весом μ, равномерно ограниченная система функции $(p_n)_{n\in N_0}$, $N_0=\{0, 1, \ldots\}$ полиномиального вида, причем функция p_0 постоянная. Известно, что тригонометрическая система и ортонормированная система алгебраических полиномов являются системами полиномиального вида [1, с. 183—184].

Пусть $f\in L_\mu(a, b)$ и

$$\sum_{n=0}^{\infty} a_n p_n(x) \tag{1}$$

— ее ряд фурье.

Положим

$$S_n(x)=\sum_{k=0}^{n} a_k p_k(x),$$

$$\Phi_x(t)=f(t)-f(x).$$

Рассмотрим систему неотрицательных действительных чисел $(\alpha_{n,k})_{k=\overline{0,n}}$, [2], удовлетворяющих неравенству

$$\left\{\sum_{k=0}^{n}\alpha_{n,k}^{q}\right\}^{1/q}\leqslant l\,(n+1)^{1/q-1}\cdot A_n, \tag{2}$$

где

$$A_n=\sum_{k=0}^{n}\alpha_{n,k},\quad q>1 \text{ и } l>0.$$

Введем обозначение

$$H_n(f, x\cdot\lambda_n)=\left\{\frac{1}{A_n}\sum_{k=0}^{n}\alpha_{n,k}|S_k(x)-f(x)|^{\lambda_n}\right\}^{1/\lambda_n},$$

где $\lambda=(\lambda_n)_{n\in N_0}$ — некоторая неубывающая положительная последовательность чисел.

Определение 1. Ряд (1) называют сильно суммыруемым к $f(x)$ с показателем $\tau>0$ методом среднего арифметического, если

$$\lim_{n\to+\infty} H_n(f, x, \tau) = 0 \tag{3}$$

при $\alpha_{n,k} = 1$.

Впервые понятие сильной суммируемости рядов фурье по тригонометрической системе Харди и Литтльвудом, которые доказали справедливость (3) почти всюду для $f \in L_p(-\pi, \pi)$, $p > 1$, $\forall \tau > 0$. Сначала Марцинкевичем при $\tau = 2$, а затем Зигмундом для $\forall \tau > 0$ было (доказано справедливость соотношения (3) почти всюду $f \in L(-\pi, \pi)$ [3, с. 488—500].

Известно, что существует 2π-периодическая непрерывная функция, для которой в отдельной точке не выполняется равенство

$$\lim_{n\to\infty} H_n(f, x, \lambda_n) = 0, \tag{4}$$

где $(\lambda_n)_{n\in N_0}$ — как угодно медленно растущая последовательность положительных чисел [3, стр. 500—503].

Многие математики (см. [2, 4, 5] занимались нахождением условий при которых справедливо (4) (подробнее обзор результатов см. в [6]).

Целью настоящей работы является оценка величины $H_n(f, x, \lambda_n)$ для рядов (1) в отдельных точках, а также равномерно на некотором множестве $E \subset (a, b)$.

Определение 2. (см. напр. [2]) Будем говорить, что функция $\varphi \in \mu_\nu(\lambda)$, если φ — неубывающая на $(0, +\infty)$ и при достаточно больших n функция $x^{\nu/\lambda_n}\varphi(x^{-1})$ возрастает, где $\nu \in (0, 1)$.

Определение 3. Будем говорить, что функция $f \in L^r_\mu P_\varphi(E)$, если

$$\sup_{\substack{J:|J|\leqslant\delta \\ x\in E\subset(a,b)}} l_r(J, x, f) \leqslant C\varphi(\delta),$$

где $r > 1$; C — абсолютная константа; J — интервал, содержащий точку x; $|J|$ — длина интервала J; $\gamma = \inf\{\rho(a, E);\ \rho(b, E)\} > 0$; $\delta \leqslant \gamma$; ρ — расстояние;

$$l_r(J, x, f) = \left\{ \frac{1}{|J|} \int\limits_J |\Phi_x(t)|^r \mu(t)\, dt \right\}^{1/r}.$$

Нетрудно заметить, что $H^\omega(a, b) \subset L^r_\mu P_\varphi(E)$. для $\forall r \in [1, +\infty]$ и ограниченного μ, где $H^\omega(a, b)$ — множество непрерывных функции f, для которых $\sup\limits_{\substack{|x-y|\leqslant t \\ \forall x,y\in[a,b]}} \{|f(x) - f(y)|\} \leqslant \omega(t)$, ω — модуль непрерывности.

Теорема. *Пусть* $f \in L^r_\mu(a, b)$, $r \in (1, 2)$, $\lambda_0 \geqslant r_1 = r/(r-1)$, $\varphi \in M_\nu(\lambda)$ и $\nu \in (0,1)$.

1. *Если в точке* $x = x_0 \in E$ *справедливо неравенство*

$$l_r(J, x, f) \leqslant C(x)\varphi(|J|), \quad \forall J \subset [a, b], \quad x \in J, \tag{5}$$

то в точке $x = x_0$ *справедливо соотношение*

$$H_n(f, x, \lambda_n) \leqslant C(x)\left(\lambda_n \varphi\left(\frac{1}{n}\right) + n^{(\nu-1)/q_1\cdot\lambda_n}\right), \quad q_1 = \frac{q}{q-1} \tag{6}$$

2. *Если* $f \in L^r_\mu P_\varphi(E)$, *то*

$$\sup_{x\in E\subset(a,\,b)} H_n(f,\,x,\,\lambda_n)\leqslant C\left(\lambda_n\,\varphi\left(\frac{1}{n}\right)+n^{(\nu-1)/q_1\cdot\lambda_n}\right) \tag{7}$$

3. *Если же* $\nu\in(0,\,1/2)$ *и выполнены условия пунктов* 1 *и* 2, *то справедливы соотношения*

$$H_n(f,\,x,\,\lambda_n)\leqslant C(x)\,\lambda_n\cdot\varphi\left(\frac{1}{n}\right),$$

$$\sup_{x\in E} H_n(f,\,x,\,\lambda_n)\leqslant C\cdot\lambda_n\,\varphi\left(\frac{1}{n}\right), \tag{8}$$

где $C(x)$ *не зависит от* n, *а* C — *абсолютная постоянная.*

Следствие 1. Пусть $\lambda_0\geqslant 2$, $\omega\in M_\nu(\lambda)$ и $\nu\in(0,\,1)$. Если $f\in H^\omega(a,\,b)$, то неравенство (7) выполнено с заменой φ на ω на любом $[c,\,d]\subset(a,\,b)$; в частности, при $\nu\in(0,\,1/2)$ на том же сегменте выполняется неравенство (8).

Следствие 2. Пусть $f\in \mathrm{Lip}\,\alpha$, $\alpha\in(0,\,1)$. число $\lambda\geqslant 2$ и $\nu\in(0,\,1)$ Тогда справедливо неравенство

$$\sup_{x\in[c,\,d]\subset(a,\,b)} H_n(f,\,x,\,\xi)\leqslant C\,(n^{-\alpha}+n^{(\nu-1)/q_1\cdot\lambda}),\quad \xi\in(0,\,\lambda). \tag{9}$$

Следствие 3. Пусть $r\in(1,\,2]$, $f\in L^r_\mu(a,\,b)$ $\lambda_0\geqslant r_1$, $\varphi\in M_\nu(\lambda)$, $\nu\in$ $\in(0,\,1)$ и $\lambda_n=0\left(\inf\left\{\ln n,\ \varphi\left(\frac{1}{n}\right)\right\}\right)$.

1. Если в точке $x=x_0\in E\subset(a,\,b)$ выполнено соотношение (5), то в точке $x=x_0$ справедливо соотношение (4).

2. Если же $f\in L^r_\mu P_\varphi(E)$, то (4) выполняется равномерно на множестве E.

Первая часть следствия 3 является обобщением аналогичных результатов из работы [2] на ряды Фурье по системам функции полиномиального вида для $f\in L^r_\mu$ $r>1$.

Заметим, что система чисел $(\alpha_{n,k})_{k=\overline{0,n}}$, где $\alpha_{n,k}=A^{\alpha-1}_{n-k}$, $\alpha>0$, $\left(A^\alpha_n=\binom{n+\alpha}{n}\right)$ удовлетворяет неравенству (2). Следовательно, теорема справедлива в частности для $(C,\,\alpha)$, $\alpha>0$ методов суммирования рядов Фурье по системе функции полиномиального вида.

Абхазский государственный университет
им. А. М. Горького

(Поступило 11.11.1983)

მათემატიკა

ნ. ფაჩულია

ფურიეს მწკრივების ცვლადი მაჩვენებლით ძლიერი საშუალო (C,α) მეთოდით შეჯამებადობის შეფასების შესახებ

რეზიუმე

შრომაში მიღებულია $L^r_\mu P_\varphi(E)$ კლასის ფუნქციებისათვის პოლინომიალური სახის ფუნქციათა სისტემით ფურიეს მწკრივების ცვლადი მაჩვენებლით ძლიერი საშუალო $(C,\,\alpha)\,\alpha>0$ მეთოდით შეჯამებადობის ზემოდან შეფასება.

MATHEMATICS

N. L. PACHULIA

ON THE ESTIMATION OF STRONG MEAN (C, α) METHODS OF SUMMABILITY WITH A VARIABLE EXPONENT OF FOURIER SERIES

Summary

The paper presents estimates from above of strong mean (C, α) $\alpha > 0$ methods of summability with a variable exponent of Fourier series according to the system of polynomial type classes $L^r_\mu P_\varphi(E)$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Алексич. Проблемы сходимости ортогональных рядов. М., 1963.
2. L. Leindler. Acta Math. Hung. 19, (1—3), 1968, 87—94.
3. Н. К. Бари. Тригонометрические ряды. М., 1961.
4. D. Kralic. Acta Math. Scien. Hung. 17, 1966, 303—312.
5. Л. Гоголадзе. Сб. работ участников семинара кафедры теория функции и функционального анализа ТГУ. 2, 1981, 5—28.
6. L. Leindler. Matematikae Lapok. (1—3), 1980, 11—20.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 517.956.223

МАТЕМАТИКА

Г. В. ДЖАИАНИ

ФОРМУЛЫ ТИПА ШВАРЦА ДЛЯ ОДНОГО СИНГУЛЯРНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 23.4.1984)

В верхней полуплоскости П комплексного временного $z=x+iy$ рассмотрим уравнение

$$(z-\bar{z})\,\partial_{\bar{z}} w - \operatorname{Re}(Aw)=0, \tag{1}$$

где

$$\bar{z}=x-iy,\ \partial_{\bar{z}} \overset{df}{\equiv} \frac{1}{2}\left(\frac{\partial}{\partial x}+i\,\frac{\partial}{\partial y}\right),$$

$$w(z)=u(x,\ y)+iv(x,\ y),\ A=b+ia,$$

a и b — вещественные постоянные.

В статье приведены эффективные решения следующих граничных задач:

Задача 1. Пусть $a\neq 0$, $-\infty<b<0$. Найти функцию $w\in C^2(\Pi)$, удовлетворяющую в П уравнению (1), граничному условию

$$\lim_{z\to x_0} u=f(x_0),\ z\in\Pi,\ \forall x_0\in(-\infty,\ +\infty), \tag{2}$$

где f — заданная ограниченная функция, имеющая ограниченную непрерывную производную, и условиям

$$\frac{\partial u}{\partial x}\in C(\Pi\cup\partial\Pi),$$
$$v=O(1),\ |z|\to+\infty. \tag{3}$$

Задача 2. Пусть $a=0$, $-\infty<b<-1$. Найти функцию $w\in C^2(\Pi)$, удовлетворяюшую в П уравнению (1), граничному условию

$$\lim_{z\to x_0} y^{-1}\,u=f(x_0),\ z\in\Pi,\ \forall x_0\in(-\infty,\ +\infty), \tag{4}$$

где f—заданная ограниченная функция, имеющая ограниченную непрерывную производную и ограниченную примитивную $f^{(-1)}$, и условиям (3) и

$$y^{-1}\,\frac{\partial u}{\partial x}\in C(\Pi\cup\partial\Pi).$$

Задача 3. Пусть $a=0$, $b=-1$. Найти функцию $w\in C^2(\Pi)$, удовлетворяюшую в П уравнению (1), граничному условию

$$\lim_{z\to x_0}(y\ln y)^{-1}\,u=f(x_0),\ z\in\Pi,\ \forall x_0\in(-\infty,\ +\infty), \tag{5}$$

где f — заданная, имеющая ограниченную непрерывную производную, ограниченная функция, примитивная которой

$$f^{(-1)}(\xi)=0\,(|\xi|^{-\alpha}),\ \ |\xi|\to+\infty,\ \alpha>0, \tag{6}$$

и условиям (3) и

$$(y\ln y)^{-1}\frac{\partial u}{\partial x}\in C\,(\Pi\cup\partial\Pi).$$

Задача 4. Пусть $a\neq0$, $b=0$. Найти функцию $w\in C^2(\Pi)$, удовлетворяющую в Π уравнению (1), граничному условию

$$\lim_{z\to x^0}(\ln y)^{-1}u=f(x_0),\ \ z\in\Pi,\ \ \forall x_0\in(-\infty,\ +\infty), \tag{7}$$

где f — имеющая ограниченную непрерывную производную заданная функция,

$$f(\xi)=O\,(|\xi|^{-\alpha}),\ \ |\xi|\to+\infty,\ \alpha>0, \tag{8}$$

и условиям (3) и

$$(\ln y)^{-1}\frac{\partial u}{\partial x}\in C\,(\Pi\cup\partial\Pi).$$

Задача 5. Пусть либо $\forall a$, $0<b<+\infty$, либо $a=0$, $-1<b<0$. Пусть далее

$$y^b\frac{\partial u}{\partial x}\in C\,(\Pi\cup\partial\Pi),$$

а v удовлетворяет условиям приведенным на стр. 43 [1] при $m=1$. Найти функцию $w\in C^2(\Pi)$, удовлетворяющую в Π уравнению (1) и граничному условию

$$\lim_{z\to x_0}y^b u=f(x_0),\ \ z\in\Pi,\ \ \forall x_0\in(-\infty,\ +\infty), \tag{9}$$

где f — заданная ограниченная функция, непрерывная производная которой

$$f'(\xi)=O\,(|\xi|^{-\beta}),\ \ |\xi|\to+\infty,\ \beta>1-b,$$

и когда $a=0$, $-1<b<0$

$$f(\xi)=O\,(|\xi|^{-\gamma}),\ \ |\xi|\to+\infty,\ \gamma>-b. \tag{10}$$

Все решения задач 1—5 определяются, соответственно, выражениями

$$w_1(z)=\frac{b\,(\operatorname{Im} z)^{-b}}{a\,\Lambda(-a,\ b)}\int\limits_{-\infty}^{+\infty}f(\xi)\exp\left[-a\cdot\arg(z-\xi)\right]\cdot$$

$$\cdot\ \frac{|\xi-z|^b}{\xi-z}\,d\xi+C_1(\operatorname{Im} z)^{-b}, \tag{11}$$

$$w_2(z)=\frac{-b\,(\operatorname{Im} z)^{-b}}{\Lambda(0,\ b+2)}\int\limits_{-\infty}^{+\infty}f^{(-1)}(\xi)\ \frac{|\xi-z|^b}{\xi-z}\ d\xi+C_1(\operatorname{Jm} z)^{-b}+iC_2, \tag{12}$$

$$w_3(z)=\frac{\operatorname{Im} z}{2}\int\limits_{-\infty}^{+\infty} f^{(-1)}(\xi)\,\frac{d\xi}{|\xi-z|(\xi-z)}+C_1(\operatorname{Jm} z)^{-b}+iC_2, \tag{13}$$

$$w_4(z)=\frac{a^2+4}{a^2[\exp(-a\pi)-1]}\int\limits_{-\infty}^{+\infty} f(\xi)\exp[-a\cdot\arg(z-\xi)]\cdot\frac{d\xi}{\xi-z}+C_1, \tag{14}$$

$$w_5(z)=\frac{-ib}{(a^2+b^2)\Lambda(-a,-b)}\int\limits_{-\infty}^{+\infty} f(\xi)\,\partial_z\{\exp[-a\cdot\arg(z-\xi)]\cdot|\xi-z|^{-b}]\,d\xi\}, \tag{15}$$

где

$$\arg(z-\xi)\in[0,\pi],\quad \partial_z\overset{df}{\equiv}\frac{1}{2}\left(\frac{\partial}{\partial x}-i\frac{\partial}{\partial y}\right),\quad \Lambda(a,b)=\int\limits_0^{\pi}\exp(a\,\theta)\sin^{-b}\theta d\theta,$$

а C_i, $i=1$, 2—произвольные вещественные постоянные.

Если предполагать ограниченность решения уравнения (1), то задача 1 будет иметь единственное решение, а решения задач 2, 3 определяется с точностью до аддитивного постоянного iC_2.

Построение решений w_i, $i=1,\ldots,$ 5 основано на идее сведения задачи Дирихле для функции u к задаче Неймана для функции v.

Заметим, что если на границе задавать кусочно-непрерывную ограниченную функцию f, подчиненную, соответственно, условиям (6), (8), (10), в случае задач 3, 4, 5, функции w_i, $i=1,\ldots,$ 5, вновь будут удовлетворять в П уравнению (1), а в точках непрерывности функции f—и граничным условиям (2), (4), (5), (7), (9), соответственно.

Формулы (11)—(15) являются аналогами известной формулы Шварца (см. напр., [2, стр. 187] для системы Коши—Римана, т. е. уравнения (1) при $A=0$.

Следует отметить, что рассмотренные задачи принципиально отличаются от задач, когда на границе задается v [3].

Аналогичные представления получаются и в том случае, когда на $\partial\Pi$ задаются условия типа V (см. [1, стр. 39] либо относительно y, либо относительно v.

Тбилисский государственный университет
Институт прикладной математики
им. И. Н. Векуа

(Поступило 26.4.1984)

მათემატიკა

გ. ჯაიანი

შვარცის ტიპის ფორმულები ერთი სინგულარული დიფერენციალური განტოლებისათვის

რეზიუმე

ნახევარსიბრტყის შემთხვევაში მოყვანილია შვარცის ფორმულის ანალოგიური ფორმულები ამოცანებისათვის, რომლებშიც საზღვარზე მოცემულია (1) სინგულარული განტოლების ამონახსნის ნამდვილი ნაწილი სათანადო წონებით.

MATHEMATICS

G. V. JAIANI

FORMULAS OF SCHWARZ TYPE FOR A SINGULAR DIFFERENTIAL EQUATION

Summary

Formulae analogous to the Schwarz formula are presented for the case of a half-plane, when the real part of the solution of the singular equation [1] is given with corresponding weights on the boundary.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. В. Джаиани. Решение некоторых задач для одного вырождающегося эллиптического уравнения и их приложения к призматическим оболочкам. Тбилиси, 1982.
2. Н. И. Мусхелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1962.
3. Г. В. Джаиани. Труды Тбил. ун-та, Кибернетика, прикладная математика, 207, 1979, 33— 37.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 513.83

МАТЕМАТИКА

М. М. САГАНДЫКОВ

ЛОКАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ЭКСТЕНЗОРОВ И ТЕОРЕМА ХАННЕРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Берикашвили 28.2.1984)

В данной работе вводятся классы EP и NEP пространств, двойственных (в смысле опр. 1) AE и ANE пространствам (см. [1]), изучаются некоторые свойства этих пространств, в частности, вопрос о соотношении локальных и глобальных свойств быть (N)EP пространством. Как следствия получаются известные теоремы из теории размерности и некоторые новые результаты. В работе также передоказывается другим способом известная теорема Ханнера (см. [1, стр. 68—80]); новое доказательство намного короче и более прозрачно.

Определение 1. [2, стр. 334]. Для топологических пространств X и Y говорят, что $X\tau Y$ $(X\tau_v Y)$, если для любого замкнутого $A\subseteq X$ и любого непрерывного $f: A\to Y$ существует непрерывное $F: X\to Y$ такое, что $F_{|A}=f$ (соответственно существуют OA окрестность множества A в X и непрерывное отображение F такие, что $F: OA\to Y$ и $F_{|A}=f$).

Проанализируем отношение $X\tau_{(v)}Y$ (в дальнейшем v и N в скобках означают, что символы v и N можно читать или не читать). При определении $A(N)E(K)$ [1, стр. 34] мы фиксировали класс пространств K, относительно которого Y удовлетворяет отношению $X\tau_{(v)}Y$, где X — любое пространство из K.

Небезынтересно изучать свойства пространства X в отношении $X\tau_{(v)}Y$, то есть при фиксации пространства Y.

Для того чтобы выделить именно этот случай, то есть показать, что мы изучаем свойство X быть в отношении $X\tau_{(v)}Y$ к Y, введем следующее обозначение: $X\in(N)EP(Y)$, если $X\tau_{(v)}Y$.

В этих новых обозначениях переписываются следующие теоремы.

Теорема 1 (*см.* [3, *стр.* 270]). *Для нормального пространства* X $\dim X\leqslant n$ *тогда и только тогда, когда* $X\in EP(S^n)$.

Теорема 2. *Для паракомпактного хаусдорфова пространства* X $\dim_G X\leqslant n$ *тогда и только тогда, когда* $X\in EP(K(G, n))$, *где* $\dim_G X$ — *когомологическая размерность* X *относительно абелевой группы* G, *а* $K(G, n)$—*комплекс Эйленберга—Маклейна* [4].

Приведем некоторые свойства $(N)EP(Y)$ пространств.

Лемма 1. Если Y—хаусдорфово и $X\in(N)EP(Y)$, то X — нормально.

В силу леммы 1 ограничимся рассмотрением нормальных пространств.

Лемма 2. Если X_0—замкнутое подмножество топологического пространства X и $X\in(N)EP(Y)$, то и $X_0\in(N)EP(Y)$.

Предложение 1 (аддиционная теорема). Если X_1 и X_2 — открытые подмножества топологического пространства X и $X=X_1\cup X_2$, то

а) из того, что $X_i\in(N)EP(Y)$, $i=1, 2$, следует, что $X\in(N)EP(Y)$, б) из того, что X и $X_1 \cap X_2 \in$ (N) EP (Y), следует, что $X_j \in$ (N) EP (Y), $i=1, 2$.

Предложение 2. Если X_i, $i=1, 2, \ldots$ — замкнутые подмножества такие, что $X = \bigcup\limits_{i=1}^{\infty} X_i$, то из того, что $X \in$ NEP (Y) (либо $\{X_i\}_{i=1}^{\infty}$ консервативная система замкнутых подмножеств в X (см. [5]) и $X_i \in$ EP (Y) для любого $i \in N$, следует, что $X \in$ EP (Y).

Как следствие теорем 1, 2 и предложений 1, 2 получаем известные результаты для размерностей dim и $\dim_G$: аддиционные теоремы, теоремы суммы, наследственность по F_σ подмножествам (см. [3, 6]).

Предложение 3. Если нормальное пространство B есть тело локально конечной системы γ замкнутых подмножеств $\gamma = \{B_\alpha\}_{\alpha \in \Omega}$, то из того, что $B_\alpha \in$ (N) EP (Y) для любого $\alpha \in \Omega$ следует, что и $B \in$ (N) EP (Y).

Определение 2. $X \in$ loc (N) EP (Y), если для любого $x \in X$ существует окрестность O_x такая, что $\overline{O}_x \in$ (N) EP (Y).

Предложение 4. Если паракомпактное хаусдорфово, пространство, то $X \in$ loc (N) EP (Y) тогда и только тогда, когда $X \in$ (N) EP (Y).

Доказательство основывается на предложении 3.

Замечание 1. Предложение 4 можно доказать безотносительно к предложению 3, а именно, используя следующие леммы.

Лемма 3. Если в нормальном пространстве X, $\theta = \{X_i\}_{i=1}^{\infty}$ локально конечное замкнутое покрытие X, то из того, что $X_i \in$ (N) EP (Y), для любого $i \in N$ следует, что $X \in$ (N) EP (Y).

Лемма 4. В любое открытое покрытие U паракомпактного хаусдорфова пространства X можно вписать σ — дискретное замкнутое покрытие $W = \bigcup\limits_{n=1}^{\infty} W_n$ такое, что $W_n = \{W_{nk}\}_{k \in I_n}$ — дискретно для любого $n \in N$ и $\{W^n = \bigcup\limits_{k \in I_n} W_{nk} | n \in N\}$ — локально конечное замкнутое покрытие X.

Предложение 5. Если нормальное пространство X имеет точечно конечное открытое покрытие $\alpha = \{U_i\}_{i \in I}$, из того, что $X \in$ (N) EP (Y) и $U_i \in$ EP (Y), $i \in I$, следует, что $X \in$ EP (Y).

Доказательство предложения 5 опирается на две леммы из [7].

Лемма 5. Пусть α — точечно конечное открытое покрытие X. Тогда для любого $n \in N$, $T_n = \bigcup \{x \in X | \mathrm{Ord}_\alpha x \leqslant n\}$ замкнуто в X.

Лемма 6. Пусть в тех предположениях U открытое подмножество X и $T_{k-1} \subset U$. Тогда $T_k \setminus U$ является телом замкнутой дискретной системы, вписанной в α.

Из предложения 5 получаем

Предложение 6. Если X-нормально и слабо паракомпактно,

$$X \in \mathrm{NEP}(Y) \text{ и } X \in \mathrm{loc\,EP}(Y), \text{ то } X \in \mathrm{EP}(Y).$$

Как следствия предложений 4 и 6 получаем известные соотношения между локальными и глобальными размерностями пространств [3, 6, 7].

Напомним хорошо известную и, по-видимому, самую цитируемую теорему теории ретрактов — теорему Ханнера о соотношении локального и глобального свойства быть ANE(P), где P — класс паракомпактных хаусдорфовых пространств.

Используем следующее определение [1, стр. 68].

Определение 3. $Y \in \operatorname{loc} A(N) E(\mathbf{K})$, если для любого $y \in Y$ существует $O_y \in A(N) E(\mathbf{K})$; здесь $\mathbf{K}$—слабо наследственный топологический класс пространств.

Теорема 3. (*Ханнер*). $Y \in \operatorname{loc} ANE(\mathbf{P})$ *тогда и только тогда, когда* $Y \in ANE(\mathbf{P})$, *где* $\mathbf{P}$—*класс паракомпактных хаусдорфовых пространств.*

Доказательство этой теоремы имеется в [1] (стр. 68—80). Ее доказательство очень громоздко и основано на следующем факте: любое открытое подмножество $ANE(\mathbf{K})$ есть $ANE(\mathbf{K})$ [1, стр. 42]. Мы даем другое доказательство этой теоремы. Оно короче, более прозрачно, использует леммы 5 и 6 и основывается на другом факте: если Y есть объединение конечного числа открытых подмножеств, каждое из которых есть $ANE(\mathbf{K})$, то и $Y \in ANE(K)$ [1, стр. 46].

Московский станкоинструментальный институт

(Поступило 3.2.1984)

მათემატიკა

მ. საგანდიკოვი

ექსტენზორების ლოკალური თვისებები და ჰანერის თეორემა

რეზიუმე

განხილულია $(N)\,EP\,(Y)$ სივრცეების კლასი, რომლებიც აკმაყოფილებენ ასახვების $f: F \to Y$ (მიდამოებრივ) გავრცელების თვისებას ყველა ჩაკეტილი ქვესიმრავლეებისათვის $F \subseteq X \in (N)\,EP(Y)$. ამ სივრცეებისათვის მტკიცდება რამდენიმე ადიტიური თეორემა. როგორც შედეგი მიღებულია რამდენიმე ცნობილი და ახალი ადიტიური თეორემა განზომილების თეორიიდან. მოცემულია ჰანერის თეორემის ახალი დამტკიცება.

MATHEMATICS

M. M. SAGANDYKOV

LOCAL PROPERTIES OF EXTENSORS AND HANNER'S THEOREM

Summary

Sum theorems for a class of spaces $(N)EP(Y)$ with the (neighbourhood) extension property for mappings of closed subsets $F \subseteq X \in (N)EP(Y)$ into Y are proved. As a consequence, several sum theorems of the dimension theory are obtained. A new proof of Hanner's theorem is also given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. S. T. Hu. Theory of Retracts, Detroit, 1965.
2. К. Куратовский. Топология, 2. М., 1969.
3. П. С. Александров, Б. А. Пасынков. Введение в теорию размерности. М., 1973.
4. В. Бартик. Матем. сб., 76, № 2, 1968, 231—238.
5. П. С. Александров. Введение в теорию множеств и общую топологию. М., 1977.
6. В. И. Кузьминов. УМН, 23, № 5, 1968.
7. А. В. Зарелуа. Матем. сб., 60, № 1, 1963, 17—28.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 517.53+517.948

МАТЕМАТИКА

Н. И. ЛИСОВЕЦ

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ ФУНКЦИЙ, АНАЛИТИЧЕСКИХ В ОБЛАСТИ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 15.3.1984)

Пусть ориентированный контур Γ, состоящий из $m+1$ простой замкнутой ляпуновской кривой, ограничивает многосвязную область D типа M. На Γ задан гладкий неособый диффеоморфизм α, удовлетворяющий условию Карлемана $\alpha[\alpha(t)]=t,\ t\in\Gamma$. Предполагается, что $\Gamma=\bigcup\limits_{\nu=1}^{3}\Gamma_\nu$, сдвиг α сохраняет ориентацию Γ_1 и переводит одни компоненты связности Γ_1 в себя, а остальные — друг в друга; изменяет ориентацию $\Gamma_2\cup\Gamma_3$ и переводит каждую компоненту связности Γ_2 — в другую, а каждую компоненту связности Γ_3 — в себя.

Рассматривается задача об отыскании аналитической в D функции φ^+ по краевому условию

$$\varphi^+[\alpha(t)]=a(t)\,\varphi^+(t)+b(t)\cdot\overline{\varphi^+(t)}+h(t),\ t\in\Gamma. \tag{1}$$

Задача (1) поставлена Н. П. Векуа и исследовалась при различных предположениях относительно сдвига, свободного члена и коэффициентов (см. [1, 2] и приведенную там библиографию). В настоящей работе предполагается, что $a, b\in L_\infty(\Gamma)$, $h\in L_p(\Gamma,\rho)$, $1<p<\infty$, $\rho(t)=\prod\limits_k|t-t_k|^{\beta_k}$, $-1<\beta_k<p-1$, неизвестная функция φ^+ ищется в $L_p^+(\Gamma,\rho)$; почти всюду на Γ выполнены тождества Н. П. Векуа

$$a(t)\,a[\alpha(t)]+b(t)\,\overline{b[\alpha(t)]}=1$$

$$a(t)\,b[\alpha(t)]+b(t)\,\overline{a[\alpha(t)]}=0,$$

устраняющие [1 — 3] переопределенность задачи, свободный член

$$h\in\mathbf{L}_p(\Gamma,\rho)\overset{df}{=}\{h\in L_p(\Gamma,\rho): h(t)+a(t)\,h[\alpha(t)]+b(t)\,\overline{h[\alpha(t)]}=0,\quad t\in\Gamma\}.$$

В работе получены *необходимые* и *достаточные* условия нетеровости задачи (1) и вычислен ее индекс. В отличие от классического метода [1 — 3], здесь применяется операторный подход, суть которого заключается в рассмотрении краевого условия (1) как оператора, действующего из $L_p^+(\Gamma,\rho)$ в $\mathbf{L}_p(\Gamma,\rho)$ и последующей формализации процедур перехода к вспомогательной задаче для пары функций, аналитических в области, и применения интегральных представлений.

Обозначения: $L_p^+(\Gamma,\rho)=Im\,P_\Gamma$, $P_\Gamma=\frac{1}{2}(I+S_\Gamma)$; S_Γ — оператор сингулярного интегрирования вдоль Γ; $Q_\Gamma=I-P_\Gamma$; $(Wf)(t)=f[\alpha(t)]$;

$(Cf)(t)=\overline{f(t)}$ — операторы сдвига и комплексного сопряжения; "$|$" — сужение оператора; "T" — транспонирование. Для каждой компоненты связности $\gamma\subset\Gamma_3$ обозначим: ω — склеивающее конформное отображение односвязной области, ограниченной γ, на расширенную комплексную плоскость, разрезанную по $l=\omega(\gamma)$ (см. [3, с. 149]); z — функция, обратная ω; $z^{\pm}$ — ее предельные значения на l; t', $t''\in\gamma$ — неподвижные точки α; $\widetilde{\gamma}=(t', t'')\subset\subset\gamma$; w — сохраняющий ориентацию диффеоморфизм l на $\widetilde{\gamma}$, для которого весовые точки $t_k=(w\circ\omega)(t_k)$, $t_k\in\widetilde{\gamma}$. Введем функции
$A(t)=a(z^-\circ w^{-1}(t))$; $B(t)=B(z^-\circ w^{-1}(t))$, $t\in\widetilde{\gamma}$, $A(t)=1$, $B(t)=0$, $t\in\gamma\diagdown\widetilde{\gamma}$ и вес

$$\widehat{\rho}(t)=\Pi|t-t'|^{-\frac{\beta'+1}{2}}\cdot|t-t''|^{-\frac{\beta''+1}{2}}\cdot\rho(t),\ t\in\Gamma,$$

где произведение берется по всем компонентам связности $\gamma\subset\Gamma_3$.

Определим в $L_p^2(\Gamma_\nu,\widehat{\rho})$ операторы $\widehat{K}_\nu=P_{\Gamma_\nu}+G_\nu Q_{\Gamma_\nu}$, где при $t\in\Gamma_\nu$, $\nu=\overline{1,3}$ соответственно

$$G_1=\overline{b^{-1}}\begin{bmatrix}|a|^2-|b|^2 & a\\ \bar{a} & 1\end{bmatrix};\quad G_2=a^{-1}\begin{bmatrix}|b|^2-|a|^2 & \bar{b}\\ b & 1\end{bmatrix};$$

$$G_3=\overline{A^{-1}}\begin{bmatrix}|B|^2-|A|^2 & \overline{B}\\ B & 1\end{bmatrix}.$$

Теорема. *Для нетеровости задачи* (1) *необходимо и достаточно, чтобы* $b^{-1}\in L_\infty(\Gamma_1)$, $a^{-1}\in L_\infty(\Gamma_2\cup\Gamma_3)$ *и были нетеровы в* $L_p^2(\Gamma_\nu,\widehat{\rho})$ *операторы* $\widehat{K}_\nu$, $\nu=1, 2, 3$. *При выполнении этих условий индекс* (*над* $\mathbb{R}$) *задачи* (1) *равен*

$$\varkappa=\frac{1}{2}\,\mathrm{Ind}_{\mathbb{C}}\,\widehat{K}_1+\mathrm{Ind}_{\mathbb{C}}\,\widehat{K}_2+\mathrm{Ind}_{\mathbb{R}}\,\widehat{K}_3)+2-n_1-n_2,$$

где n_ν — *число компонент связности* Γ_ν, $\nu=1, 2$.

Следствие. Пусть a,b — непрерывные на Γ функции. Для нетеровости задачи (1) необходимо и достаточно, чтобы
$b(t)\neq 0$, $t\in\Gamma_1$ и $a(t)\neq 0$, $t\in\Gamma_2\cup\Gamma_3$, При этом

$$\varkappa=\frac{1}{2\pi}\{\arg b(t)\}_{\Gamma_1}-\frac{1}{2\pi}\{\arg a(t)\}_{\Gamma_2\cup\Gamma_3}+1-m+n'-n''$$

где n' — число тех компонент связности Γ_3, во всех точках которых выполнено неравенство $|a(t)|>|b(t)|$; n'' — число тех неподвижных точек α на этих компонентах связности, в которых функция a принимает значение -1.

Для кусочно-непрерывных a и b аналогично [4] можно получить эффективный критерий нетеровости и формулу для вычисления индекса задачи (1) в терминах значений ее коэффициентов. Ввиду недостатка места этот результат здесь не приводится.

Приведем набросок доказательства. Нетеровость задачи (1) равносильна нетеровости оператора

$$K=W-aI-bC:L_p^+(\Gamma,\rho)\to\mathbf{L}_p(\Gamma,\rho),\quad \varkappa=\mathrm{Ind}_{\mathbb{R}}\,K.$$

Так как $\alpha(\Gamma_\nu)=\Gamma_\nu$, нетеровость K эквивалентна нетеровости $K_\nu=$

$= K|L_p^+(\Gamma_\nu, \rho)$, $\nu = \overline{1,3}$ и $\varkappa = \sum_{\nu=1}^{3} \operatorname{Ind}_{\mathbb{R}} K_\nu$. При исследовании на нетеровость K_ν, $\nu = 1, 2$ оказывается полезным следующее простое рассуждение.

Пусть $\mathbf{L}$ и $\mathbf{M}$ — подпространства банаховых пространств $\mathfrak{L}$ и $\mathfrak{M}$, $\Pi_L = [\Pi_L^{(1)}, \Pi_L^{(2)}] : \mathbf{L}^2 \to \mathfrak{L}$, $\Pi_M = [\Pi_M^{(1)}, \Pi_M^{(2)}]^T : \mathfrak{M} \to \mathbf{M}^2$ — нетеровые (1×2) и (2×1) операторные матрицы. Теперь равенство

$$\mathbf{K} = \Pi_L \cdot \begin{bmatrix} K & 0 \\ 0 & K \end{bmatrix} \cdot \Pi_M \qquad (2)$$

показывает, что оператор $K : \mathbf{M} \to \mathbf{L}$ нетеров одновременно с оператором $\mathbf{K} = \Pi_L^{(1)} K \Pi_M^{(1)} + \Pi_L^{(2)} K \Pi_M^{(2)} : \mathfrak{M} \to \mathfrak{L}$, причем $\operatorname{Ind} K = \frac{1}{2}(\operatorname{Ind}\mathbf{K} - \operatorname{Ind}\Pi_L - \operatorname{Ind}\Pi_M)$. Отметим еще, что если L — проектор $\mathfrak{L}$ на $\mathbf{L}$, $L' = I_{\mathfrak{L}} - L$, а $\exists$ — такой обратимый в $\mathfrak{L}$ оператор, для которого $L' \exists = \exists L$, то в качестве Π_L часто удобно выбирать обратимый оператор $[L, \exists L]$.

Выбор операторов Π_L и Π_M в конкретных ситуациях, связанных с исследованием на нетеровость задач типа (1), можно осуществлять по-разному. Заметим, что при исследовании таких задач классическим методом интегральных уравнений [1—3] умножение на Π_L соответствует переходу к вспомогательной задаче для пары функций, аналитических в области (см. [3, с. 297—300]), а умножение на Π_M — применению к последней задаче интегральных представлений [3, с. 304—309].

Положим $\mathfrak{L} = \mathfrak{M} = L_p(\Gamma_1, \rho)$, $\mathbf{L} = \mathbf{L}_p(\Gamma_1, \rho)$, $\mathbf{M} = L_p^+(\Gamma_1, \rho)$, $L = \frac{1}{2}(I - aW - bW\mathbb{C})$. Пусть, далее, μ — заданная на Γ_1 вещественнозначная функция, для которой $\mu(t) \neq 0$, $\mu(t) = -\mu[\alpha(t)]$, $t \in \Gamma_1$. Положим $(\exists f)(t) = \mu(t) f(t)$, $\Pi_L = [L, \exists L]$, $\Pi_M = [P, P\mathbb{C}]^T$. Для оператора K_1 и введенных операторов Π_L, Π_M запишем равенство (2). Исключая теперь в операторе $\mathbf{K}_1$ инволюции $\mathbb{C}$ и W при помощи матричного равенства (35.9) из [3] и используя результаты [5], получаем необходимость $b^{-1} \in L_\infty(\Gamma_1)$ для нетеровости K_1.

Взяв теперь в (2) $\Pi_L = [L, \exists L]$, $L = \frac{1}{2}(I - \overline{b^{-1}(\alpha)}\,\overline{a(\alpha)} + W)\mathbb{C})$ $(\exists f)(t) = i f(t)$; $\Pi_M = \frac{1}{2}[P(I + \mathbb{C}), -iP(I - \mathbb{C})]^T$, получаем одновременную нетеровость K_1 и $\widehat{K}_1$. Аналогичными рассуждениями обосновывается одновременная нетеровость K_2 и K_2. Одновременная нетеревость K_3 и $\widehat{K}_3$ доказывается с помощью теоремы конформного склеивания (см. п. 22.5 в [3]).

В заключение укажем, что задача (1) в L_p-постановке в случае односвязной области другим методом (путем сведения к эквивалентной обобщенной краевой задаче Римана) исследовалась в [6]. Заметим, что положительно решенный в настоящей работе вопрос о необходимости условия $b^{-1} \in L_\infty$ для нетеровости задачи (1) со сдвигом, сохраняющим ориентацию, упоминается в [6] как открытый.

Одесский государственный университет

(Поступило 16.3.1984)

მათემატიკა

ნ. ლისოვეცი

არეში ანალიზური ფუნქციებისათვის სასაზღვრო ამოცანის გამოკვლევის ერთი ხერხის შესახებ

რეზიუმე

აგებულია კარლემანის განზოგადებული ამოცანის (ნ. ვეკუას ამოცანის) ნეტერის თეორია Lp სივრცეში მრავლადბმული არის შემთხვევაში, როდესაც ამსახველი ფუნქცია საზღვრის შემადგენელ კონტურების ნაწილს ასახავს თავის თავზე, ხოლო დანარჩენებს — ერთმანეთზე ორიენტაციის შენარჩუნებით ან შეცვლით. სასაზღვრო პირობაში კოეფიციენტები წარმოადგენენ არსებითად შემოსაზღვრულ ზოგად ფუნქციებს.

MATHEMATICS

N. I. LISOVETZ

ON ONE WAY OF INVESTIGATING BOUNDARY VALUE PROBLEMS FOR FUNCTIONS ANALYTIC IN A DOMAIN

Summary

A Noetherian theory of a generalized Carleman boundary value problem (N. P. Vekua problem) has been constructed for the case of L_p-spaces with the involutive shift which maps the components of the contour on itself or on the other, partly with a change and partly with a preservation of orientation. The coefficients of the problem are essentially bounded measurable functions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. П. Векуа. Системы сингулярных интегральных уравнений и некоторые граничные задачи. М., 1970.
2. Г. С. Литвинчук. Краевые задачи и сингулярные интегральные уравнения. М., 1977.
3. Н. П. Векуа. Изв. АН СССР, сер. матем., 20, № 3, 1956, 377—384.
4. Н. И. Лисовец. Укр. матем. ж., 35, № 6, 1983, 764—767.
5. Н. Я. Крупник. Матем. исслед. 42, 1976, 91—113.
6. Ю. Д. Латушкин, Г. С. Литвинчук, И. М. Спитковский. Сб. трудов Тбил. гос. ун-та, посвященный 70-летию Н. П. Векуа, 1984.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 517.95

МАТЕМАТИКА

Э. М. СААК

УПРУГИЕ СФЕРИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Гегелия 30.4.1984)

Сферическая волна $K(x, \omega)$ для уравнения Гельмгольца $(\Delta + \omega^2) u = 0$ имеет вид $K(x, \omega) = -\frac{1}{4\pi} \frac{e^{i\omega r}}{r}$, $r = |x|$, а для уравнений упругости $(\mu\Delta + (\lambda + \mu) \operatorname{grad} div + \omega^2) u = 0$ превращается в матрицу В. Д. Купрадзе [1]. Вычисление сферической волны $K(x, \omega)$ для общих сильно эллиптических систем дифференциальных уравнений является важной нерешенной проблемой. Ниже указывается один из путей ее решения.

Определим основное фундаментальное решение сильно эллиптического дифференциального оператора

$$(A + \omega^2) u = \sum_{j, k=1}^{n} \alpha_{jk} \frac{\partial^2 u}{\partial x_j \partial x_k} + \omega^2 u \tag{1}$$

путем решения уравнения $(A + \omega^2) E(x, \omega) = \delta(x) e_0$ при помощи преобразования Фурье. Здесь $\delta(x)$ — функция Дирака, e_0 — единичная матрица соответствующего порядка.

Матрицы $E(x, \omega)$ и $K(x, \omega)$ отличаются лишь асимптотикой на бесконечности, а их разность $u(x, \omega) = E(x, \omega) - K(x, \omega)$ является целым матричным решением системы уравнений

$$(A + \omega^2) u = 0. \tag{2}$$

Например, для $A = \Delta$, $n = 3$ имеем

$$u(x, \omega) = \frac{e^{i\omega r} - \cos \omega r}{4\pi r} = \frac{i}{4\pi} \frac{\sin \omega r}{r}.$$

Исходя из целого решения $u(x, \omega)$, можно построить сферическую волну $K(x, \omega)$ для дифференциального оператора (1) в виде $K(x, \omega) = E(x, \omega) - u(x, \omega)$. Таким образом, наше внимание сосредотачивается на следующих двух задачах:

1) построить основное фундаментальное решение $E(x, \omega)$,
2) построить целые решения системы уравнений (2).

Приступим к ответу на поставленные вопросы.

Пусть матрица

$$A(\xi) = \sum_{j, k=1}^{n} \alpha_{ik} \xi_j \xi_k \tag{3}$$

положительно определена при $\xi \neq 0$ и

$$\rho(\xi) = A^{-1/2}(\xi) \tag{4}$$

— положительный квадратный корень из обратной матрицы $A^{-1}(\xi)$ к матрице $A(\xi)$.

Теорема 1. *Вектор-функция*

$$u(x, \omega) = \int\limits_{\Gamma} e^{i\omega x \cdot \xi \rho(\xi)} f(\xi)\, d\Gamma_\xi,$$

определенная интегралом по единичной сфере $\Gamma = \{\xi : |\xi| = 1\}$ *от суммируемой по* Γ *вектор-функции* $f(\xi)$, *является целым решением сильно эллиптической системы уравнений* (2).

Доказательство состоит в непосредственной проверке с использованием формул (3), (4).

Теорема 2. *Фундаментальная матрица* $\widetilde{E}(x, t)$ *задачи Коши*

$$\frac{1}{i} \frac{\partial u}{\partial t} = \sum_{j, k=1}^{n} \alpha_{jk} \frac{\partial^2 u}{\partial x_j \partial x_k}, \quad t > 0, \tag{5}$$

$$u(x, 0) = f(x) \tag{6}$$

может быть построена по формуле

$$\widetilde{E}(x, t) = \int\limits_{R^n} e^{i(x \cdot \xi - tA(\xi))} d\xi, \tag{7}$$

где интеграл сходится в смысле теории обобщенных функций.

Доказательство. Задача Коши (5), (6) с начальным вектором $f \in L_2(R^n)$ решается формулой

$$u(x, t) = \int\limits_{R^n} e^{i(x \cdot \xi - tA(\xi))} \widehat{f}(\xi)\, d\xi,$$

где

$$\widehat{f}(\xi) = \frac{1}{(2\pi)^n} \int\limits_{R^n} e^{-ix \cdot \xi} f(x)\, dx$$

— преобразование Фурье вектора $f(x)$. Отсюда и следует формула (7), поскольку $\widetilde{E}(x, 0) = \delta(x)\, e_0$ и $\widehat{\delta} = 1$.

Примечание. Основное фундаментальное решение $E(x, \omega)$ получается преобразованием Фурье—Лапласа из матрицы $\widetilde{E}(x, t)$:

$$E(x, \omega) = \int\limits_{0}^{\infty} e^{i\omega^2 t} \widetilde{E}(x, t)\, dt,$$

согласно обычной технике преобразования нестационарных задач в стационарные.

Относительно дальней асимптотики решений сильно эллиптических систем дифференциальных уравнений (условия излучения) см. [2].

Таганрогский радиотехнический институт
им. В. Д. Калмыкова

(Поступило 4.5.1984)

მათემატიკა

ე. სააკი

დრეკადი სფერული ტალღები

რეზიუმე

აგებულია კუპრაძის მატრიცის ტიპის მატრიცი ძლიერად ელიფსური კერძოწარმოებულიანი სისტემისათვის.

MATHEMATICS

E. M. SAAK

ELASTIC SPHERICAL WAVES

Summary

A method is proposed for constructing Kupradze's generalized matrix for strongly-elliptic systems of partial differential equations.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Д. Купрадзе, Т. Г. Гегелиа, М. О. Башелейшвили, Т. В. Бурчуладзе. Трехмерные задачи математической теории упругости. Тбилиси, 1968.
2. Б. Р. Вайнберг. Асимптотические методы в уравнениях математической физики. М., 1982.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲑᲔ, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 517.948.3

МАТЕМАТИКА

Г. Я. АХАЛАЯ

ГРАНИЧНАЯ ЗАДАЧА РИМАНА—ГИЛЬБЕРТА ДЛЯ ОБОБЩЕННЫХ АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ В ОБЛАСТЯХ С УГЛОВЫМИ ТОЧКАМИ

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 25.5.1984)

Пусть G_z — область на плоскости E комплексной переменной $z=x+iy$, ограниченная замкнутыми непересекающимися кусочно-гладкими кривыми $\Gamma_0, \Gamma_1, \ldots, \Gamma_m$, класса $C^1_{\alpha, \nu_1, \ldots, \nu_s}$, $0<\alpha\leqslant 1$, причем $\Gamma_1, \ldots, \Gamma_m$ лежат вне друг друга, но внутри Γ_0. Предположим, что точка $z=0$ принадлежит области G_z, $\nu_1\pi, \ldots, \nu_s\pi$—внутренние углы при угловых точках $t_1, \ldots, t_s$ контура $\Gamma=\Gamma_0\cup\cdots\cup\Gamma_m$. Будем предполагать, что $0<\nu_j\leqslant 2$ $(j=1, \ldots, n)$.

Рассмотрим граничную задачу: требуется отыскать в области G_z решение $w(z)=u(z)+iv(z)$ уравнения

$$\partial_{\bar z} w+A(z)\, w+B(z)\, \overline{w}=0, \quad z\in G_z, \tag{1}$$

удовлетворяющее граничному условию

$$\operatorname{Re}[\lambda(t)\, w(t)]=f(t), \quad t\in\Gamma \tag{2}$$

почти всюду на Γ.

В отношении данных задачи (1)—(2) примем следующие предположения:

1) $\quad A, \ B\in L_r(\overline{G_z}), \quad r>2,$

2) $\quad \lambda(t)\in C_0(\Gamma, t_1, \ldots, t_n), \quad |\lambda(t)|=1,$

т. е. функция $\lambda(t)$ непрерывна всюду на Γ, кроме, быть может, конечного числа точек $t_1, \ldots, t_n$, где она терпит разрыв первого рода:

3) действительная функция $f(t)$ принадлежит классу $L_p(\Gamma, \rho)$, где

$$p>1, \qquad \rho(t)=\prod_{k=1}^{n}|t-t_k|^{\rho_k}, \tag{3}$$

а показатели ρ_k удовлетворяют неравенствам

$$-p^{-1}<\rho_k<q^{-1}, \quad q=p(p-1)^{-1}. \tag{4}$$

Решения задачи будем искать в классах $E_p(A, B, G_z, \rho)$, где

$$E_p(A, B, G_z, \rho)=\Bigl\{w(z); \quad w(z)=$$

$$=\frac{1}{2\pi i}\int_{\Gamma}\Omega_1(z, t, G_z)\, w(t)\, dt-\Omega_2(z, t, G_z)\,\overline{w(t)}\,\overline{dt}\Bigr\},$$

$w(t) \in L_p(\Gamma, \rho)$, $p>1$, Ω_1, Ω_2 — нормированные относительно области G_z ядра [1].

Легко показать, что

$$E_p(A, B, G_z, \rho)=\{w(z) \in u_r(A, B, G_z),\ \Phi(z) \in E_p(G_z, \rho)\},$$

где $\Phi(z)$ — аналитический делитель функций $w(z)$, а u_r — класс регулярных решений уравнения (1) в области G_z [1, 146].

Пусть $\varphi(z)$ — функция, конформно отображающая область G_z на каноническую область G_ζ плоскости ζ, ограниченную окружностями $\gamma_0, \ldots, \gamma_m$, причем γ_0 — единичная окружность $|\zeta|=1$, центр которой $\zeta=0$ принадлежит области G_ζ, а окружности $\gamma_1, \ldots, \gamma_m$ лежат внутри γ_0. Обозначим через $\psi(\zeta)$ обратную к $\varphi(z)$ функцию, а через $\tau_1, \ldots, \tau_s$ образы угловых точек $t_1, \ldots, t_s$ при отображении φ.

В области G_ζ уравнение (1) и граничное условие (2) принимают вид

$$\partial_{\bar\zeta} w_1+A_1(\zeta) w_1+B_1(\zeta) \overline{w}_1=0, \qquad \zeta \in G_\zeta, \tag{5}$$

$$\operatorname{Re}[\lambda_1(\tau) w_1(\tau)]=f_1(\tau) \ \ (\text{на } \gamma), \tag{6}$$

где

$$A_1(\zeta)=\overline{\psi'(\zeta)}\, A[\psi(\zeta)],\ B_1(\zeta)=\overline{\psi'(\zeta)}\, B[\psi(\zeta)],$$

$$\lambda_1(\zeta)=\lambda[\psi(\zeta)], \qquad f_1(\zeta)=f[\psi(\zeta)].$$

Как известно [1], показатель суммируемости коэффициентов уравнения (5) в области G_ζ, вообще говоря, понижается, но всегда остается >2.

Используя граничные свойства $\varphi(z)$ и обратной к ней функции $\psi(\zeta)$ и их производных в замкнутых областях G_z и G_ζ соответственно [2, 3], можно показать, что справедливы следующие леммы.

Лемма 1. Пусть $f(t) \in L_p(\Gamma, \rho)$, $p>1$,

где

$$\rho(t)=\prod_{k=1}^{n} |t-t_k|^{\rho_k},$$

тогда

$$f_1(\tau)=f(\psi(\tau)) \in L_p(\gamma, \mu(\tau)),$$

где

$$\mu(\tau)=\prod_{k=1}^{n} |\tau-\tau_k|^{\nu_k \rho_k+\frac{\nu_k-1}{p}}.$$

Лемма 2. Пусть $f_1(\tau) \in L_p(\gamma, \mu(\tau))$,

где

$$p>1,\ \mu(\tau)=\prod_{k=1}^{n} |\tau-\tau_k|^{\mu_k},$$

тогда

$$f(t)=f_1(\varphi(t)) \in L_p(\Gamma, \rho),$$

где

$$\rho(t)=\prod_{k=1}^{n} |t-t_k|^{\frac{\mu_k}{\nu_k}+\frac{1-\nu_k}{\nu_k p}}.$$

Аналогичная связь существует между классами $E_p(A, B, G_z, \rho)$ и $E_p(A_1, B_1, G_\zeta, \mu)$.

В дальнейшем мы будем требовать выполнения неравенств

$$-\frac{1}{p} < \rho_i < \min\left(\frac{1}{\nu_i} - \frac{1}{p},\ 1 - \frac{1}{p}\right). \tag{7}$$

Используя указанное соответствие, можно доказать, что задача (1) — (2) является нетеровой в классе $E_p(A, B, G_z, \rho)$ тогда и только тогда, когда соответствующая задача (5) — (6) является нетеровой в классе $E_p(A_1, B_1, G_\zeta, \mu)$.

Сопряженная граничная задачи для задачи (5)—(6) имеет вид

$$\partial_{\bar\zeta} w_1' - A_1(\zeta) w_1' - \overline{B_1(\zeta)}\, \overline{w_1'} = 0, \quad \zeta \in G_\zeta, \tag{8}$$

$$\operatorname{Re}[\overline{\lambda_1(\tau)}\, \tau'(s) w_1'(\tau)] = 0, \quad \tau \in \gamma, \ \ \tau'(s) = \frac{d\tau}{ds}. \tag{9}$$

Задача (8)—(9) в области G_z примет вид

$$\partial_{\bar z} w' - A(z) w' - \overline{B(z)}\, \frac{\varphi'(z)}{\overline{\varphi'(z)}}\, \overline{w'(z)} = 0, \quad z \in G_z, \tag{10}$$

$$\operatorname{Re}[\overline{\lambda(t)}\, t'(\sigma) \varphi'(t) w'(t)] = 0, \quad t \in \Gamma, \ t'(\sigma) = \frac{dt}{d\sigma}, \tag{11}$$

или, после введения обозначения $\widetilde{w} = \varphi'(z) w'(z)$

$$\partial_{\bar z} \widetilde{w} - A(z) \widetilde{w} - \overline{B(z)}\, \overline{\widetilde{w}} = 0, \quad z \in G_z, \tag{12}$$

$$\operatorname{Re}[\overline{\lambda(t)}\, t'(\sigma) \widetilde{w}(t)] = 0, \quad t \in \Gamma. \tag{13}$$

Пусть $t, \ldots, t_n$—точки разрыва функции $\overline{\lambda^2(t)}$, α_k — соответствующие параметры, $0 \leqslant \alpha_k < 1$, $k = 1, \ldots, n$ [4,5].

Используя указанную связь между задачами (1)—(2), (5)—(6) и (8)—(9), (12)—(13) соответственно, и результаты из [6] относительно задачи (1)—(2) в гладких областях, можно доказать, что справедливы следующие теоремы.

Теорема 1. *Для нетеровости задачи* (1)—(2) *в классе* ($E_p(A, B, G_z, \rho)$ *необходимо и достаточно выполнение условий*

$$\rho_i \nu_i p \neq p\alpha_i - \nu_i. \tag{14}$$

Теорема 2. *Неоднородная граничная задача* (1)—(2) *разрешима в классе* $E_p(A, B, G_z, \rho)$, $p > 1$ *тогда и только тогда, когда выполнено условие*

$$\int_\Gamma \overline{\lambda(t)}\, \widetilde{w}(t) f(t)\, dt = 0, \tag{15}$$

где $\widetilde{w}$—*любое решение однородной граничной задачи* (11) — (12) *класса* $E_q(-A, -\overline{B}, G_z, \rho^{-1})$, *где* $p^{-1} + q^{-1} = 1$.

Теорема 3. *Разность чисел решений однородных граничных задач* (1)—(2) *и* (11)—(12) *равна*

$$l - l' = \varkappa + 1 - m. \tag{16}$$

здесь $\varkappa$ — ω-индекс функции $\overline{\lambda^2(t)}$, где $\omega=\left(p,\ \rho_1\nu_1+\frac{\nu_1-1}{p},\dots,\rho_n\nu_n+\frac{\nu_n-1}{p}\right)$ [4].

Тбилисский государственный университет
Институт прикладной математики
им. И. Н. Векуа

(Поступило 8.6.1984)

მათემატიკა

გ. ახალაია

რიმან — ჰილბერტის სასაზღვრო ამოცანა განზოგადებული ანალიზური ფუნქციებისათვის კუთხიან არეებში

რეზიუმე

განხილულია რიმან—ჰილბერტის წყვეტილი სასაზღვრო ამოცანა განზოგადებული ანალიზური ფუნქციებისათვის კუთხიან არეებში. მოცემულია ამოხსნადობის აუცილებელი და საკმარისი პირობა და ინდექსის გამოსათვლელი ფორმულა ლებეგის წონიან სივრცეებში. დადგენილია კუთხის სიდიდის გავლენა ამოცანის ნეტერისეულობაზე.

MATHEMATICS

G. I. AKHALAIA

RIEMANN-HILBERT BOUNDARY VALUE PROBLEM WITH DISCONTINUOUS COEFFICIENTS FOR GENERALIZED ANALYTIC FUNCTIONS IN ANGULAR DOMAINS

Summary

A Riemann-Hilbert boundary value problem with discontinuous coefficients for generalized analytic functions in angular domains is considered. The necessary and sufficient conditions for the solvability and the index formula of this problem in the weighted Lebesgue space are established. The influence of the angle value on the Noether properties is stated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Н. Векуа. Обобщенные аналитические функции. М., 1959.
2. S. Warschawski. Math. Ztschr. 35, № 3—4, 1932.
3. C. Gattegno, A. Ostrowski. Memor. Sc. Math. Fasc. CX, Paris. 1949.
4. И. Ц. Гохберг, Н. Я. Крупник. ДАН СССР, 185, № 4, 1969.
5. Б. В. Хведелидзе. Сб. «Современные проблемы математики», т. 7. Итоги науки и техники. М., 1975.
6. Г. Я. Ахалая. Сообщения АН ГССР, 105, № 1, 1982.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 517.5

МАТЕМАТИКА

Т. И. АХОБАДЗЕ

О СЧЕТНО-КРАТНЫХ РЯДАХ ФУРЬЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиашвили 21.5.1984)

1. Интеграл Лебега функций бесконечного числа переменных впервые довольно подробно рассмотрен в работе Йессена [1]. В дальнейшем эта теория развивалась в работах разных авторов [2—4].

Попытка изучить (в очень частном случае) функции счетного числа переменных их рядами Фурье—Лебега по тригонометрической системе дается в упомянутой работе Йессена [1, 283—291].

В настоящей работе установлены некоторые свойства коэффициентов Фурье по общей ортонормированной системе функций счетного числа переменных; изучены поведение в смысле равномерной и точечной сходимости чезаровских средних рядов Фурье по тригонометрической системе; для рядов Фурье и их чезаровских средних рассмотрены вопросы локализации. Отметим, что полученные результаты в определенном смысле окончательны, кроме того, они указывают на существенное различие теорий рядов Фурье функций конечного и бесконечного числа переменных.

Сначала дадим необходимые определения. Рассмотрим пространство всех последовательностей $x_1, x_2, x_3, \ldots$, вещественных чисел. Делая редукцию по модулю 1 координат этого пространства, мы получаем определенное замкнутое пространство. Обозначим его через Q_ω. В процессе редукции по модулю 1 координатные оси превратятся в окружности длиной 1. Эти окружности назовем координатными окружностями Q_ω и обозначим их через $a_1, a_2, \ldots$.

Ниже рассмотрим только такие вещественные функции f, которые интегрируемы в смысле Лебега на Q_ω $(f \in L(Q_\omega))$ (см. [1, 265—268]).

2. Пусть $\{\varphi^j_{n_i}\}^\infty_{i=1}$, $j=\overline{1, \infty}$, — счетное семейство ортонормированных систем, причем каждая система $\{\varphi^j_{n_i}\}^\infty_{i=1}$ считается ортонормированной на окружности единичной длины—a_j и

$$\operatorname*{ess\,sup}_{x_i \in a_i} |\varphi^j_i(x_i)| \leqslant M(\varphi, i, j),$$

где $M(\varphi, i, j)$—некоторая константа, зависящая лишь от указанных параметров. Пусть $\varphi^j_0(x_j) \equiv 1$ $(x_j \in a_j, j=\overline{1, \infty})$ и $n=(n_1, n_2, \ldots)$—ненулевой вектор с неотрицательными целыми координатами, только конечное число координат которого отличны от нуля. Для каждого такого вектора n положим

$$|n| = \left(\sum_{i=1}^{\infty} n_i^2\right)^{1/2},$$

$$\varphi_n(x) = \prod_{k=1}^{\infty} \varphi_{n_k}^k(x_k), \tag{1}$$

где $x=(x_1, x_2,\ldots)$. Если $f \in L(Q_\omega)$, то через $C_n(f)$ обозначим коэффициенты Фурье функции f по системе $\{\varphi_n\}$, т. е.

$$C_{n_1, n_2, \ldots}(f) \equiv C_n(f) = \int_{Q_\omega} f(x)\,\varphi_n(x)\,dx.$$

Теорема 1. *Если* $f \in L(Q_\omega)$ *и* $\operatorname*{ess\,sup}_{x \in Q_\omega} |\varphi_n(x)| \leqslant M$, *где константа* M *не зависит от* n, *то* $C_n(f) \to 0$ *при* $|n| \to \infty$.

Последнее утверждение неусиляемо, точнее, имеет место

Теорема 2. *Если*

$$\varlimsup_{|n| \to \infty} \operatorname*{ess\,sup}_{x \in Q_\omega} |\varphi_n(x)| = +\infty,$$

то существует функция $f_0 \in L(Q_\omega)$, *для которой*

$$\varlimsup_{|n| \to \infty} |C_n(f_0)| = +\infty.$$

Замечание 1. (а) В теореме 1 условие $|n| \to \infty$ не означает, что хотя бы одна координата вектора n достаточно большая.

(б) Из теоремы 2, в частности, вытекает, что, вообще говоря, в отличие от конечномерного случая, ограниченность каждой системы $\{\varphi_{n_i}^j\}_{i=1}^{\infty}$, $j=\overline{1, \infty}$, не гарантирует сходимость к нулю коэффициентов Фурье по системе $\{\varphi_n\}$ любой функции из $L(Q_\omega)$ при $|n| \to \infty$.

3. Если в (1) положим $\varphi_{n_k}^k(x_k) = e^{2\pi i n_k x_k}$, то полученную систему $\{\varphi_n\}$ назовем тригонометрической системой. Йессен (см. [1, 281]) доказал, что такая система полная в $L(Q_\omega)$. Относительно такой системы введем частную сумму ряда Фурье функции f ($f \in L(Q_\omega)$) следующим образом:

$$S_{(n, p)}(x, f) = \sum_{k_1=-n_1}^{n_1} \cdots \sum_{k_p=-n_p}^{n_p} C_{k_1, \ldots, k_p, 0, 0, \ldots}\, e^{2\pi i (k_1 x_1 + \cdots + k_p x_p)},$$

p—некоторое натуральное число.

Пусть $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \ldots)$, где $\alpha_k > -1$ $(k=\overline{1, \infty})$. Тогда (C, α)-средние частных сумм ряда Фурье функции f порядка (n, p) определим в виде

$$\sigma_{(n, p)}^{\alpha}(x, f) = \left(\prod_{s=1}^{p} A_{n_s}^{\alpha_s}\right)^{-1} \sum_{k_1=0}^{n_1} \cdots \sum_{k_p=0}^{n_p} \prod_{s=1}^{p} A_{n_s-k_s}^{\alpha_s-1} S_{(k, p)}(x, f),$$

где $k=(k_1, k_2, \ldots)$, а $A_r^l = \binom{r+l}{r}$. Положим

$$R_{n_i}^{\alpha_i}(u_i) = K_{n_i}^{\alpha_i}(2\pi u_i), \quad M_{n_i}(\alpha_i) = \int_{a_i} |R_{n_i}^{\alpha_i}(u_i)|\,du_i, \quad i=\overline{1, \infty},$$

где $K_{n_i}^{\alpha_i}$—ядро Чезари (см., напр., [5, 157]).

Определение 1 ([1, 256—257]). Пусть $x^{(0)} = (x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, \ldots)$, $x=(x_1, x_2, \ldots)$—точки из Q_ω. Скажем, что функция f, определенная на Q_ω непрерывна в точке $x^{(0)}$, если для любого ε $(\varepsilon > 0)$ существуют такие числа

δ ($\delta > 0$) и N (N—натуральное), что так только $|x_i - x_i^{(0)}| < \delta$ ($i = \overline{1, N}$, то $|f(x) - f(x^{(0)})| < \varepsilon$. Естественно, функцию f, непрерывную в любой точке Q_ω называть непрерывной на Q_ω.

Определение 2. Рассмотрим последовательность функций $(n, p) \to \to f_{(n, p)}$ и функцию f на Q_ω. Если для любого ε ($\varepsilon > 0$) существует число N такое, что при p, $n_1, n_2, \ldots, n_p > N$ и для любого x ($x \in Q_\omega$)

$$|f_{(n, p)}(x) - f(x)| < \varepsilon,$$

то будем говорить, что $f_{(n, p)}$ равномерно сходится к f на Q_ω при $(n, p) \to \infty$ и этот факт запишем так

$$f_{(n, p)}(x) - f(x) \rightrightarrows 0 \text{ при } (n, p) \to \infty.$$

Теорема 3. *Пусть f непрерывна на Q_ω и $\alpha > 0$ (т. е. $\alpha_i > 0$, $i = \overline{1, \infty}$). Тогда*

$$\left(\prod_{k=1}^{p} M_{n_k}(\alpha_k)\right)^{-1} (\sigma^{\alpha}_{(n, p)}(x, f) - f(x)) \rightrightarrows 0 \text{ при } (n, p) \to \infty.$$

Теорема 4. *Если $\alpha > 0$ и $\gamma_{(n, p)}$ ($\gamma_{(n, p)} \geqslant 1$) —такая числовая последовательность, что*

$$\varlimsup_{(n, p) \to \infty} \prod_{k=1}^{p} M_{n_k}(\alpha_k) / \gamma_{(n, p)} = +\infty,$$

то на Q_ω существует такая непрерывная функция f_0 и точка $x^{(0)} \in Q_\omega$, что

$$\varlimsup_{(n, p) \to \infty} |\sigma^{\alpha}_{(n, p)}(x^{(0)}, f_0) - f_0(x^{(0)})| / \gamma_{(n, p)} = +\infty.$$

Следствие теоремы 3. Пусть $\alpha_i \geqslant 1$, $i = \overline{1, \infty}$ и f непрерывна на Q_ω. Тогда $\sigma^{\alpha}_{(n, p)}(\cdot, f)$ равномерно сходится к f на Q_ω.

Отметим, что в случае ограниченной на Q_ω функции f справедливы аналоги теорем 3 и 4 для сходимости средних $\sigma^{\alpha}_{(n,p)}(\cdot, f)$ в фиксированной точке из Q_ω. Кроме того, для средних Абеля—Пуассона рядов Фурье функций счетного числа переменных имеет место утверждение типа следствия теоремы 3.

4. Как известно (см., напр., [6, 457—458]), в многомерном случае для прямоугольных частных сумм ряда Фурье относительно тригонометрической системы не имеет место принцип локализации, но тем не менее для так называемых крестообразных окрестностей этот принцип остается в силе.

В счетно—кратном случае рассмотрим естественное обобщение крестообразной окрестности. Пусть $x^{(0)} = (x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, \ldots) \in Q_\omega$ и $0 < \delta_i < \frac{1}{2}$, $k = \overline{1, \infty}$. Назовем множество точек из Q_ω—$\{x = (x_1, x_2, \ldots)\}$, удовлетворяющих по крайней мере одному из неравенств

$$|x_k - x_k^{(0)}| < \delta_k, \; k = \overline{1, \infty},$$

обобщенной крестообразной $\delta=(\delta_1, \delta_2,\ldots)$-окрестностью точки $x^{(0)}$. Этот окрестность обозначим через $I(\delta, x^{(0)})$. Положим

$$M_{n_j}(\delta_j, \alpha_j)=\int\limits_{\alpha_j(\delta_j)} |R_{n_j}^{\alpha_j}(u_i)|\, du_i, \quad j=\overline{1, \infty},$$

где $a_j(\delta_j)$— дуга $\left]\frac{1}{2\pi} e^{2\pi i\delta_k}, \frac{1}{2\pi} e^{-2\pi i\delta_k}\right[$, отсчет которой производится по направлению, противоположной часовой стрелке.

Теорема 5. *Пусть* $\alpha_i \geqslant 0$, $i=\overline{1, \infty}$ *и* $\gamma_{(n, p)}(\gamma_{(n, p)} \geqslant 1)$ *такая числовая последовательность, что*

$$\overline{\lim_{(n, p)\to\infty}} \prod_{j=1}^{p} M_{n_j}(\delta_j, \alpha_i)/\gamma_{(n, p)}=+\infty.$$

Тогда существует такая непрерывная на Q_ω *функция* f_0, *которая равняется нулю на* $I(\delta, x^{(0)})$ *и для которой*

$$\overline{\lim_{(n, p)\to\infty}} |\sigma_{(n,p)}^{\alpha}(x^{(0)}, f)|/\gamma_{(n, p)}=+\infty.$$

Замечание 2. Используя последнее утверждение, можно показать, что принцип локализации не имеет место для частных сумм счетно-кратного тригонометрического ряда, вообще говоря, для таких обобщенных крестообразных окрестностей, когда все $\delta_i=\delta(\delta>0, i=\overline{1, \infty})$. Аналогичное заключение верно и для средних $\sigma_{(n, p)}^{\alpha}(\cdot, f)$ при определенных $\alpha(\alpha>0)$. Тем не менее справедлива

Теорема 6. *Если* $\alpha=(\alpha_1, \alpha_2,\ldots)$, $\alpha_i \geqslant \alpha_0>0$ $(i=\overline{1, \infty})$ и $f\in L(Q_\omega)$, *то для средних* $\sigma_{(n, p)}^{\alpha}(\cdot, f)$ *(в случае обобщенных* $\delta=(\delta_1, \delta_2,\ldots)$*-окрестностей (с* $\delta_i=\delta_0>0$, $i=\overline{1, \infty}$*)) имеет место принцип локализации.*

Тбилисский государственный университет

(Поступило 18.5.1984)

მათემატიკა

თ. ახობაძე

თვლადად ჯერადი ფურიეს მწკრივების შესახებ

რეზიუმე

დადგენილია ზოგადი ორთონორმირებული სისტემის მიმართ თვლად რაოდენობა არგუმენტებზე დამოკიდებული ფუნქციის ფურიეს კოეფიციენტების ზოგიერთი თვისება.

MATHEMATICS

T. I. AKHOBADZE

ON A COUNTABLY-MULTIPLE FOURIER SERIES

Summary

Some properties of Fourier coefficients of functions with a countable number of variables with respect to a general orthonormal system are established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. B. Jessen. Acta Mathematica, 63, 1934, 249-323.
2. S. Andersen *et al.* Math. Fys. Medd., 22, № 14, 1946, 1-28.
3. J. Neumann. Annals of Math. Studies, № 21, 1950.
4. Н. Данфорд и Дж. Шварц. Линейные операторы, т. I. М., 1962.
5. А. Зигмунд. Тригонометрические ряды, т. I. М., 1965.
6. А. Зигмунд. Тригонометрические ряды т. II. М., 1965.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 517.444

МАТЕМАТИКА

М. А. ГАБИДЗАШВИЛИ

ДВУХВЕСОВЫЕ НЕРАВЕНСТВА ДЛЯ МАКСИМАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиашвили 6.9.1984)

Задача двухвесовой оценки для максимальных функций состоит в полном описании всех пар весовых функций (v, w), для которых максимальный оператор непрерывен из одного весового пространства Лебега в другое.

Для локально интегрируемых функций f определим дробную максимальную функцию

$$M_\gamma(f)(x) = \sup_{x \in Q} \frac{1}{|Q|^{1-\gamma/n}} \int\limits_Q |f(t)|\, dt, \quad 0 < \gamma < n,$$

где точная верхняя грань берется по всем n-мерным кубам, грани которых параллельны координатным осям.

Сойером [1] для максимальных функций M_γ была полностью решена двухвесовая задача. Он показал, что для справедливости неравенства

$$\left(\int\limits_{R^n} [M_\gamma(f)(x)]^q v(x)\, dx\right)^{1/q} \leqslant c \left(\int\limits_{R^n} |f(x)|^p w(x)\, dx\right)^{1/p}$$

для всех функций $f \in L^p_w(R^n)$, необходимым и достаточным условием является выполнение условия

$$\left(\int\limits_Q v(x)[M_\gamma(\chi_Q w^{-1/p-1})(x)]^q\, dx\right)^{1/q} < c_1 \left(\int\limits_Q w^{-1/p-1}(x)\, dx\right)^{1/p}$$

для произвольного n-мерного куба, грани которых параллельны координатным осям.

При доказательстве этой теоремы Сойер существенно использовал геометрическую структуру пространства R^n и глубокий результат Карлесона, так называемую теорему вложения карлесоновых мер.

В этой статье дается новый подход к двухвесовой задаче для максимальных функций, который совершенно отличен от сойеровского подхода. С помощью этого метода удается решить двухвесовую задачу для так называемых анизотропных максимальных функций, или еще более в общем случае, для максимальных функций в однородных пространствах.

Пусть R^n — n-мерное евклидово пространство. Для $x \in R^n$ и $t > 0$ обозначим через $E(x, t)$ множество следующего типа:

$$E(x, t) = \{y \in R^n : |x_i - y_i| < t^{\alpha_i},\ \alpha_i > 0,\ i = 1, 2, \ldots, n\}.$$

Множество такого типа мы будем называть анизотропным кубом с центром в точке x и длиной ребра t.

Если не будет необходимости указать значение x и t, $E(x,t)$ обозначим через E.

Пусть

$$|\alpha|=\sum_{i=1}^{n}\alpha_i.$$

На множестве $L^1_{\mathrm{loc}}(R^n)$ определим оператор

$$M_\gamma(f)(x)=\sup_{x\in E}\frac{1}{|E|^{1-\gamma}}\int_E|f(t)|dt,\ (0\leqslant\gamma<1),$$

где точная верхняя грань берется по всем анизотропным кубам, которые содержат точку x.

Справедлива следующая теорема.

Теорема 1. *Пусть* $1<p\leqslant q<\infty$ $v:R^n\to R^1$ *и* $w:R^n\to R^1$ — *положительные измеримые функции и* $w\in L^1_{\mathrm{loc}}(R^n)$. *Для того чтобы существовала постоянная* $c>0$ *такая, что для любого* $f\in L^p_w(R^n)$ *имело место неравенство*

$$\left(\int_{R^n}[M_\gamma(f)(x)]^q v(x)\,dx\right)^{1/q}\leqslant c\left(\int_{R^n}|f(x)|^p w(x)\,dx\right)^{1/p},$$

необходимо и достаточно, чтобы для любого E *выполнялось условие*

$$\left(\int_E v(x)[M_\gamma(\chi_E w^{-1/p-1})(x)]^q\,dx\right)^{1/q}\leqslant c_1\left(\int_E w^{-1/p-1}(x)\,dx\right)^{1/p}$$

с постоянной c_1, *не зависящей от* E.

Следующий результат касается максимальной функции, которая определена на однородных пространствах.

Пространством однородного типа (Y,ρ,μ) называется пространство Y с мерой μ, в котором задана псевдометрика ρ, т. е. функция

$$\rho: Y\times Y\to R_+$$

со следующими свойствами:

$i)$ $\rho(x,y)\geqslant 0$, $iii)$ $\rho(x,y)=\rho(y,x)$,

$ii)$ $\rho(x,y)=0\Longleftrightarrow x=y$, $iiii)$ $\rho(x,y)\leqslant c(\rho(x,z)+\rho(z,y))$.

Предполагается, что все шары

$$B(x,r)=\{y\in Y:\rho(x,y)<r\}$$

μ-измеримы, что равнемерно непрерывные в метрике ρ функции плотны в $L^1(d\mu)$ и что

$$\mu(B(x,2r))\leqslant c'\mu(B(x,r)).$$

На множестве $L^1_{\mathrm{loc}}(d\mu)$ определим оператор

$$M_\gamma(f)(x)=\sup_{x\in B}\frac{1}{(\mu B)^{1-\gamma}}\int_B|f(t)|d\mu\ (0\leqslant\gamma<1).$$

Справедлива следующая

Теорема 2. *Пусть* $1 < p \leqslant q < \infty$, $v: Y \to R$ *и* $w: Y \to R$ — *положительные измеримые функции и* $w^{-1/p-1}$ *удовлетворяет условию удвоения.*

$$\int\limits_{B(x,\ 2r)} w^{-1/p-1}(t)\, d\mu \leqslant c \int\limits_{B(x,\ r)} w^{-1/p-1}(t)\, d\mu.$$

Для того чтобы существовала постоянная $c > 0$ *такая, что для любого* $f \in L^p_w(d\mu)$ *имело место неравенство*

$$\left(\int\limits_Y [M_\gamma(f)(x)]^q v(x)\, d\mu\right)^{1/q} \leqslant c \left(\int\limits_Y |f(x)|^p w(x)\, d\mu\right)^{1/p}$$

необходимо и достаточно выполнение условия

$$\left(\int\limits_B v(x)[M_\gamma(\chi_B w^{-1/p-1})(x)]^q\, d\mu\right)^{1/q} < c_1 \left(\int\limits_B w^{-1/p-1}(x)\, d\mu\right)^{1/p},$$

где c_1 *не зависит от шара* B.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 6.9.1984)

მათემატიკა

მ. გაბიძაშვილი

ორწონიანი უტოლობები მაქსიმალური ფუნქციებისათვის

რეზიუმე

ამოხსნილია ამოცანა წონათა იმ წყვილების სრული დახასიათების შესახებ, რომელთათვის შესრულებულია (1) უტოლობა. მიღებული დამტკიცება იზოტროპული პოტენციალების შემთხვევაშიც განსხვავდება სოიერის [1] დამტკიცებისაგან.

MATHEMATICS

M. A. GABIDZASHVILI

TWO-WEIGHT INEQUALITIES FOR MAXIMAL FUNCTIONS

Summary

The principal problem considered is the determination of all pairs of weights such that the (1) inequality for an anisotropic fractional maximal function is valid. In the case of isotropic maximal function a new solution of the two-weight problem is obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. T. Sawyer. Stud. math. (PRL), 75, № 1, 1982, 1—11.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 517.15

МАТЕМАТИКА

С. М. ХАЖОМИЯ

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ГОМОТОПИЧЕСКИХ ГРУПП ПОЛИЭДРОВ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСОВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 10.9.1984)

Пусть K—категория связных симплициальных комплексов с отмеченной вершиной; $H=\{H_n\}$—теория упорядоченных гомологий на K; M—произвольный комплекс из K; n—фиксированное натуральное число, $n\geqslant 2$. Пусть K_n—подкатегория K, объекты которой суть конечные связные симплициальные комплексы L, для которых группа ломаных $E(L, v_0)=1$ (см. [1]) и $H_i(L)=0$, $0<i<n$, а морфизмы — инъективные симплициальные отображения.

Пусть $\varphi_1, \varphi_2: K_1\to K_2$—два морфизма категории K. Будем считать, что пересечение множеств вершин K_1 и K_2 состоит из одной отмеченной вершины v_0. Предположим еще, что вершины комплекса K_1 линейно упрядочены.

«Склеенным» цилиндром $Z_{\varphi_1\varphi_2}$ пары отображений назовем симплициальный комплекс, множеством вершин которого является объединение множеств вершин K_1 и K_2, а симплексами — симплексы комплексов K_1 и K_2 и все подмножества множеств вида

$$\{v_{i_0}, v_{i_1},\ldots, v_{i_k}, \varphi_\varepsilon(v_{i_k}), \varphi_\varepsilon(v_{i_{k+1}}),\ldots, \varphi_\varepsilon(v_{i_q})\},\ \varepsilon=1,\ 2,$$

где $\{v_{i_0},\ldots, v_{i_k},\ldots, v_{i_q}\}$—симплекс в K_1, причем $v_{i_0}<\cdots<v_{i_k}<\cdots<v_{i_q}$ (ср. [2]). Если $\varphi_1=\varphi_2$, то мы получим определение цилиндра симплициального отображения в смысле [1], где отождествлены отмеченные вершины.

Очевидно $Z_{\varphi_1\varphi_2}$ — связный симплициальный комплекс с отмеченной вершиной v_0 и мы имеем вложения i_1 и i_2 комплексов K_1 и K_2 в $Z_{\varphi_1\varphi_2}$.

Пусть теперь K_1—конечный комплекс с вершинами $v_0<v_1<\cdots<v_p$, $0\leqslant t\leqslant p+1$, $\varepsilon=1, 2$. Рассмотрим отображения φ_ε^t множества вершин кмплекса K_1 в множества вершин комплекса $Z_{\varphi_1\varphi_2}: \varphi_\varepsilon^t(v_i)=v_i$, при $0\leqslant i\leqslant t-1$ и $\varphi_\varepsilon^t(v_i)=\varphi_\varepsilon(v_i)$, при $i\geqslant t$. Легко видеть, что φ_ε^t и $\varphi_\varepsilon^{t+1}$—сопряженные симплициальные отображения. Ясно, что $\varphi_1^0=i_2\varphi_1$, $\varphi_2^0=i_2\varphi_2$, $\varphi_1^{p+1}=\varphi_2^{p+1}=i_1$. Следовательно,

$$(i_2\varphi_1)_*=(i_2\varphi_2)_*. \tag{1}$$

Пусть $\psi_\varepsilon: L_\varepsilon\to M$ — морфизмы категории K; $\varphi_\varepsilon: L_1\to L_2$—морфизмы категории K_n; $j_\varepsilon: L_2\to Z_{id}$ — естественные вложения, $\varepsilon=1, 2$. Ясно, что $j_{1*}=j_{2*}$. Пусть еще $\psi_2\varphi_\varepsilon=\psi_1$. Построим коммутативную диаграмму

$$\begin{tikzcd}
M \arrow[r, "id"] & M \arrow[r, "id"] & M \arrow[r, "id"] & M \\
L_1 \arrow[u, "\psi_1"] \arrow[r, "\varphi_\varepsilon"] & L_2 \arrow[u, "\psi_2"] \arrow[r, "j_\varepsilon"] & Z_{id} \arrow[u, "\psi_3"] \arrow[r, "i_2"] & Z_{j_1\varphi_1,\ j_2\varphi_2} \arrow[u, "\psi_4"]
\end{tikzcd}$$

где $\psi_3(j_\varepsilon(v))=\psi_2(v)$, $\psi_4(i_1(v))=\psi_1(v)$ и $\psi_4(i_2(v))=\psi_3(v)$. Ясно, что ψ_3 и ψ_4 — симплициальные отображения и в силу (1) имеем

$$[(i_2 j_1)\varphi_1]_*=[i_2(j_1\varphi_1)]_*=[i_2(j_2\varphi_2)]_*=[(i_2 j_1)\varphi_2]_*.$$

Пусть $i_2 j_1=\varphi$. Таким образом,

$$(\varphi\varphi_1)_*=(\varphi\varphi_2)_*. \qquad (2)$$

Пусть $\varphi_\varepsilon : L_1 \to L_2$, $\varepsilon=1, 2$,—два таких морфизма категории K_n, что из $\varphi_1(v_1)=\varphi_2(v_2)$ следует $v_1=v_2=v_0$. Тогда ясно, что $Z_{\varphi\varepsilon}\subset Z_{\varphi_1\varphi_2}$, $Z_{\varphi_1}\cup Z_{\varphi_2}=Z_{\varphi_1\varphi_2}$ и $Z_{\varphi_1}\cap Z_{\varphi_2}=L_1\vee L_2$.

Отсюда, используя теорему Ван Компена для симплициальных комплексов и точную последовательность Майера—Виеториса (см. [1]), мы получим, что $Z_{\varphi_1\varphi_2}$ объкт категории K_n.

Используя этот факт и (2), аналогично построению группы $\Pi_n(R, H)$ из [2], мы построим группу $\Pi_n(M)$. Возьмем множество $\Omega(M, n)$ всех пар $\alpha=(L, \psi)$, состоящих из комплексов K_n и морфизмов $\psi : L\to M$ категории K. Упорядочим $\Omega(M, n)$, считая $\alpha<\beta$, где $\beta=(L_1, \psi_1)$, если существует такой морфизм $\varphi^i_{\alpha\beta} : L\to L_1$ категории K_n, что $\psi_1\varphi^i_{\alpha\beta}=\psi$. Пусть, далее $H_\alpha=H_n(L)$. Как следует из вышесказанного, система $\{H_\alpha, \varphi^i_{\alpha\beta*}\}$ образует прямую систему групп со многими гомоморфизмами в смысле [3]. Предельная группа этого спектра и есть группа $\Pi_n(M)$.

Покажем, что построенная группа $\Pi_n(M)$ совпадает с группой $\Pi_n(|M|, H)$, где H—сингулярная теория гомологий и, следовательно, как доказано в [4], с группой гомотопий $\pi_n(|M|)$.

Как известно, существует естественный изоморфизм между упорядоченной гомологией комплекса K и сингулярной гомологией $|K|$, а именно, $\nu_* : H(K)\to H(|K|)$ (см. [1]).

Построим отображение $\mu : \Pi_n(M)\to\Pi_n(|M|, H)$. Пусть $p\in\Pi_n(M)$ и $h_\alpha\in H_\alpha=H_n(L)$—его координата, где $\alpha=(L, \psi)$, $L\in K_n$, $\psi : L\to M$. Пусть $h_{\bar\alpha}=\nu_*(h_\alpha)\in H_{\bar\alpha}=H_n(|L|)$ — координата $\mu(P)$, где $\alpha=(|L|, |\psi|)$. Пусть $\varphi=L\to\bar L$, $\varphi_1 : L_1\to\bar L$—морфизмы категории K_n и пусть $\bar\psi : \bar L\to M$ такое, что $\bar\psi\varphi=\psi$ и $\bar\psi\varphi_1=\psi_1$. Пусть, далее $h\in H_n(L)$ и $h_1\in H_n(L_1)$ такие, что $\varphi_*(h)=\varphi_{1*}(h_1)$. Тогда, если взять $\bar{\bar h}=\nu_*(h)$ и $\bar h_1=\nu_*(h_1)$, очевидно, имеем $|\varphi|_*(\bar h)=|\varphi_1|_*(\bar h_1)$. Кроме того, так как L, L_1, $\bar L$ односвязные и i—ацикличные, $0<i<n$, комплексы, то $|L|$, $|L_1|$, $|\bar L|$ односвязные и i-ацикличные, $0<i<n$, полиэдры (см. [1]). Это показывает корректность μ. Аналогично можно показать, что μ—гомоморфизм.

Пусть $\bar\alpha=(X, f)$, $f : X\to|M|$, $h_{\bar\alpha}\in H_{\bar\alpha}=H_n(X)$, где X — односвязное, i-ацикличное, $0<i<n$, пространство. Пусть L — какая-либо конечная трянгуляция сферы S^n и $g : |L|\to X$ такое, что $g_*(1)=h_{\bar\alpha}$, $1\in H_n(S^n)$. Существование g следует из теоремы Гуревича (см. [1]). Рассмотрим новый индекс $\bar\beta=(|L|, fg)$ и $1_{\bar\beta}=1\in H_{\bar\beta}=H_n(|L|)$. Подразделением L_1 комплекса L можно найти симплициальную аппроксимацию ψ отображения fg. Так как $|\psi|\sim fg$, легко видеть, что $[h_{\bar\alpha}]=[1_{\bar\beta}]=[1_\gamma]$, где $\bar\gamma=(|L_1|, |\psi|)$ и $1_{\bar\gamma}=1\in H_{\bar\gamma}=H_n(|L_1|)=H_n(L)$. Пусть $\alpha=(L_1, \psi)$ и $h_\alpha=\nu_*^{-1}(1_{\bar\gamma})\in H_n(L_1)$. Ясно, что $\mu([h_\alpha])=[h_{\bar\alpha}]$. Следовательно, μ—эпиморфизм.

Пусть $\alpha=(L, \psi)$, $\psi: L\to M$, $h_\alpha \in H_\alpha = H_n(L)$ и пусть $\mu([h_\alpha])=0$. Это означает, что существует односвязное, i-ацикличное, $0<i<n$, пространство X и такие отображения $g_1: |L| \to X$, $g_2: X\to |M|$, что $g_2 g_1 = |\psi|$ и $g_{1*}(\nu_*(h_\alpha))=0$. Построим коммутативную диаграмму

$$\begin{tikzcd}
{|M|} & {|M|} \arrow[l, "id"'] \arrow[r, "id"] & {|M|} \arrow[r, "id"] & {|M|} \\
D^{n+1} \arrow[u, "f"] & S^n \arrow[l, "i"'] \arrow[u, "|\psi|g"] \arrow[r, "g"] & {|L|} \arrow[u, "|\psi|"] \arrow[r, "g_1"] & X \arrow[u, "g_2"]
\end{tikzcd}$$

где $g_*(1)=\nu_*(h_\alpha)$, D^{n+1} — $(n+1)$-мерный шар, i-вложение, а отображение f существует, так как $(g_1 g)_*(1)=g_{1*}(\nu_*(h_\alpha))=0$, означающее, что $g_1 g\sim 0$ и таким образом $|\psi| g = g_2 (g_1 g) \approx 0$. Пусть $L_D \supset L_S$—такая триангуляция пары (D^{n+1}, S^n), что f и g допускают симплициальные аппроксимации ψ_1 и φ (см. [1]). Тогда, очевидно, $\varphi_*(\nu_*^{-1}(1))=h_\alpha$, а $\psi_1|L_S$ и $\psi\varphi$ являются сопряженными как симплициальные аппроксимации одного отображения $|\psi|g$. Пусть

$$\beta=(L_S, \psi\varphi),\ \gamma=(L_S, \psi_1|L_S),\ h_\beta=h_\gamma=\nu_*^{-1}(1)\in H_n(L_S).$$

Ниже мы укажем два факта, откуда следует, что $[h_\alpha]=[h_\beta]$ и $[h_\beta]=[h_\gamma[$. Следовательно, $[h_\alpha]=[h_\gamma]=0$. Таким образом, μ—мономорфизм.

Пусть $\psi_\varepsilon: L\to M$ — сопряженные отображения, а j_ε — естественные вложения L в цилиндр Z_{id}, $\varepsilon=1, 2$. Ясно, что $j_{1*}=j_{2*}$. Пусть, далее, $\psi: Z_{id}\to M$—отображение: $\psi(j_\varepsilon(v))=\psi_\varepsilon(v)$. Тогда, так как ψ_1 и ψ_2—сопряженные отображения, то легко видеть, что ψ—симплициальное отображение и $\psi j_\varepsilon=\psi_\varepsilon$.

Пусть $\psi_\varepsilon: L_\varepsilon\to M$, $\varphi: L_1\to L_2$—морфизмы категории K, а j_ε—естественные вложения L_ε в цилиндр Z_φ, $\varepsilon=1, 2$. Пусть, далее, $\psi_2\,\varphi=\psi_1$. Определим симплициальное отображение $\psi: Z_\varphi\to M$—$\psi(j_\varepsilon(v))=\psi_\varepsilon(v)$. Тогда легко видеть, что $\psi j_\varepsilon=\psi_\varepsilon$ и $j_{1*}=j_{2*}\,\varphi_*$.

Таким образом, группа $\Pi_n(M)$ изоморфна группе $\pi_n(|M|)$.

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

(Поступило 13.9.1984)

მათემატიკა

ს. ხაჟომია

პოლიედრის ჰომოტოპიის ჯგუფების განმარტების შესახებ კომპლექსების საშუალებით

რეზიუმე

სიმპლექსურ კომპლექსთა კატეგორიაზე, მრავალჰომომორფიზმებიანი პირდაპირი სპექტრების საშუალებით [3], [2]-ში მოცემული გზის ანალოგიურად, აგებულია ფუნქტორი და დამტკიცებულია, რომ ამ ფუნქტორის მნიშვნელობანი ემთხვევიან კომპლექსის ტანის კლასიკურ ჰომოტოპიის ჯგუფებს. ამგვარად, პოლიედრის ჰომოტოპიის ჯგუფი აიგო სიმპლექსური კომპლექსის კომბინატორული თეორიის საშუალებით.

MATHEMATICS

S. M. KHAZHOMIA

ON THE DETERMINATION OF HOMOTOPIC GROUPS OF POLYHEDRA BY MEANS OF COMPLEXES

Summary

Using direct spectra with many homomorphisms [3], a functor is constructed on the category of simplicial complexes similarly to the method used in [2] and it is proved that the values of this functor coincide with the classical homotopic groups of realizations of a simplicial complex. Thus, the homotopic groups of polyhedra are constructed by means of the combinatorial theory of simplicial complexes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. Спеньер. Алгебраическая топология. М., 1971.
2. Г. С. Чогошвили. Сообщения АН ГССР, 92, № 2, 1978, 273—276.
3. W. Hurewicz *et al.* Ann. Math., 49, 1948, 391-406.
4. Г. С. Чогошвили. Сообщения АН ГССР, 94, № 3, 1979, 529—532.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 513.83

МАТЕМАТИКА

В. Х. БАЛАДЗЕ

ОБ ЭКВИВАРИАНТНОЙ СИЛЬНОЙ ТЕОРИИ ШЕЙПОВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 20.12.1984)

Эквивариантную теорию шейпов, т. е. теорию шейпов на категории топологических пространств с действием топологической группы, как известно, впервые построил Ю. М. Смирнов [1] методом Борсука [2]. В соответствии с задачей, поставленной в [1], в этой статье для метризуемых пространств с действием компактной группы строится сильная теория шейпов (см. [4—7]).

Все используемые здесь определения, понятия и обозначения, которые имеются в [1, 5, 8], предполагаются известными и далее не поясняются. Всюду в работе считается, что рассматриваемые отображения непрерывны, а топологическая группа, обозначенная символом G, компактна.

Пусть $\mathfrak{M}_G$ — категория метризуемых пространств X с действием группы G. Через $\mathfrak{N}_G$ обозначим полную подкатегорию категории $\mathfrak{M}_G$, состоящую из $ANE(\mathfrak{M}_G)$-пространств.

Обратный спектр $\underline{X}=\{X_\alpha,\ p_{\alpha\alpha'},\ \mathfrak{A}\}$ назовем эквивариантным спектром (ЭС $\underline{X}$) над $\mathfrak{M}_G$, если $X_\alpha \in Ob(\mathfrak{M}_G)$ для любого $\alpha\in\mathfrak{A}$ и $p_{\alpha\alpha'}\in\mathfrak{W}_G(X_\alpha,\ X_{\alpha'})$ для каждой пары $\alpha\leqslant\alpha'$ из $\mathfrak{A}$.

Сильным G-морфизмом (ср. [6]) $\underline{f}:\underline{X}\to\underline{Y}=\{Y_\beta,\ q_{\beta\beta'},\ \mathfrak{B}\}$ ЭС $\underline{X}$ в ЭС $\underline{Y}$ назовем совокупность $\underline{f}=\{f_\beta,\ F_\beta^{\beta'},\ f\}$, где $f:\mathfrak{B}\to\mathfrak{A}$ — возрастающая функция, $f_\beta: X_{f(\beta)}\to Y_\beta$ — эквивариантное отображение для каждого $\beta\in\mathfrak{B}$, а $F_\beta^{\beta'}: X_{f(\beta')}\times I\to Y_\beta$ — G-гомотопия для любой пары $\beta\leqslant\beta'$ из $\mathfrak{B}$ между $f_\beta\cdot p_{f(\beta)f(\beta')}$ и $q_{\beta\beta'}\cdot f_{\beta'}$.

Тождественный сильный G-морфизм $id_{\underline{X}}$ определяется как сильный G-морфизм, состоящий из тождественных отображений $f=id_{\mathfrak{A}}$, $f_\alpha=id_{X_\alpha}$ и G-гомотопий $F_\alpha^{\alpha'}(x,\ t)=p_{\alpha\alpha'}(x)$. В качестве композиции $\underline{h}=\underline{g}\circ\underline{f}$ сильных G-морфизмов $\underline{f}:\underline{X}\to\underline{Y}$ и $\underline{g}=\{g_\gamma,\ \Gamma_\gamma^{\gamma'},\ g\}:\underline{Y}\to\underline{Z}=\{Z_\gamma,\ r_{\gamma\gamma'},\ \mathfrak{S}\}$ возьмем совокупность, состоящую из функций $h=f\cdot g:\mathfrak{S}\to\mathfrak{A}$, эквивариантных отображений $h_\gamma=g_\gamma\cdot f_{g(\gamma)}: X_{fg(\gamma)}\to Z_\gamma$ для любого $\gamma\in\mathfrak{S}$ и G-гомотопий $H_\gamma^{\gamma'}=(g_\gamma\cdot F_{g(\gamma)}^{g(\gamma')},\ \Gamma_\gamma^{\gamma'}\cdot f_{g(\gamma')})$ для каждой пары $\gamma\leqslant\gamma'$ из $\mathfrak{S}$.

Скажем, что сильные G-морфизмы $\underline{f}=\{f_\beta,\ F_\beta^{\beta'},\ f\}$ и $\underline{g}=\{g_\beta,\ \Gamma_\beta^{\beta'},\ g\}$ ЭС $\underline{X}$ в ЭС $\underline{Y}$ сильно G-гомотопны, $\underline{f}\underset{G}{\simeq}\underline{g}$, если для каждого $\beta\in\mathfrak{B}$ найдутся такие $\alpha\geqslant f(\beta),\ g(\beta)$ и G-гомотопия $\vartheta_\beta: X_\alpha\times I\to Y_\beta$, что $\vartheta_\beta(x,\ 0)=$ $=f_\beta\cdot p_{f(\beta)\alpha}(x)$ и $\vartheta_\beta(x,\ 1)=g_\beta\cdot p_{g(\beta)\alpha}(x)$. Кроме того, для любой пары индексов $\beta \leqslant \beta'$ существуют индекс $\alpha'' \geqslant \alpha, \alpha'$ (здесь α и α' — индексы, соответствующие G-гомотопиям ϑ_β и $\vartheta_{\beta'}$) и такая G-гомотопия $\Theta_{\beta\beta'}: X_{\alpha''} \times \times I \times I \to Y_\beta$, что $\Theta_{\beta\beta'}(x, t, 0) = \vartheta_\beta \cdot (p_{\alpha\alpha''} \times id_I)\ (x, t)$, $\Theta_{\beta\beta'}(x, t, 1) = \vartheta_{\beta'} \cdot \cdot (p_{\alpha'\alpha''} \times id_I)\ (x, t)$, $\Theta_{\beta\beta'}(x, 0, \tau) = H_\beta^{\beta'} \cdot (p_{f(\beta')\alpha''} \times id_I)\ (x, \tau)$ и $\Theta_{\beta\beta'}(x, 1, \tau) = = \Gamma_\beta^{\beta'} \cdot (p_{g(\beta')\alpha''} \times id_I)\ (x, \tau)$. Заметим, что непрерывное действие группы G на $X_{\alpha''} \times I \times I$ задается по формуле $g \cdot (x, t, \tau) = (gx, t, \tau)$.

Можно проверить, что отношение сильной G-гомотопности сильных G-морфизмов является отношением эквивалентности и что если $\underline{f}, \underline{f}' : \underline{X} \to \underline{Y}$ и $\underline{g}, \underline{g}' : \underline{Y} \to \underline{Z}$ являются G-морфизмами, для которых $\underline{f} \underset{G}{\simeq} \underline{f}'$ и $\underline{g} \underset{G}{\simeq} \underline{g}'$, то $\underline{g}' \circ \underline{f}' \underset{G}{\simeq} \underline{g} \circ \underline{f}$. Композицию $[\underline{g}] \circ [\underline{f}]$ классов эквивалентности $[\underline{f}]$ и $[\underline{g}]$ сильных G-морфизмов $\underline{f}$ и $\underline{g}$ определим по формуле $[\underline{g}] \circ [\underline{f}] = [\underline{g} \circ \underline{f}]$. Следовательно, эквивариантные спектры $\underline{X}$ над $\mathfrak{M}_G$ и классы эквивалентности $[\underline{f}]$ сильных G-морфизмов $\underline{f}$ между ними образуют категорию.

Сильным G-отображением $\underline{p} : X \to \underline{X}$ G-пространства $X \in Ob(\mathfrak{M}_G)$ в ЭС $\underline{X}$ назовем сильный G-морфизм $\underline{p}$ эквивариантного спектра, составленного из G-пространств X и тождественных отображений, в ЭС $\underline{X}$.

Для построения эквивариантной сильной шейповой категории понадобится следующее

Определение 1. ЭС $\underline{X} = \{X_\alpha, p_{\alpha\alpha'}, \mathfrak{A}\}$ называется сильно G-ассоциированным с G-пространством X, если существует такое сильное G-отображение $\underline{p} = \{p_\alpha, P_\alpha^{\alpha'}, p\} : X \to \underline{X}$, что выполняются следующие условия:

а) для всякого эквивариантного отображения $f : X \to M \in \mathfrak{N}_G$ найдутся такое эквивариантное отображение $f_\alpha : X_\alpha \to M$ и такая G-гомотопия $\mathfrak{F}_\alpha : X \times I \to M$, что $\mathfrak{F}_\alpha(x, 0) = f(x)$ и $\mathfrak{F}_\alpha(x, 1) = f_\alpha \cdot p_\alpha(x)$;

б) для каждой G-гомотопии $Q_{1,2} : X \times I \to M \in \mathfrak{N}_G$ между любыми эквивариантными отображениями $f_1, f_2 : X \to M$, удовлетворяющими условию а), существуют такой индекс $\alpha \geqslant \alpha_1, \alpha_2$ (α_1, α_2 — индексы для отображений $f_{\alpha_1}, f_{\alpha_2}$) и такая G-гомотопия $\overline{Q}_{1,2} : X_\alpha \times I \to M$ между $f_{\alpha_1} \cdot p_{\alpha_1\alpha}$ и $f_{\alpha_2} \cdot p_{\alpha_2\alpha}$, для которых существует G-гомотопия $\mathbf{L} : X \times I \times I \to M$, соединяющая G-гомотопии $\mathfrak{F}_{\alpha_1}, \mathfrak{F}_{\alpha_2}, Q_{1,2}$ и $(f_{\alpha_1} \cdot P_{\alpha_1}^{\alpha}, \overline{Q}_{1,2} \cdot (p_\alpha \times id_I), f_{\alpha_2} \cdot (P_{\alpha_2}^{\alpha})^{-1})$;

с) для любых четырех таких G-гомотопий $Q_{1,2}, Q_{3,4}, Q_{1,3}$ и $Q_{2,4}$, которые можно соединить G-гомотопией $\mathbf{P} : X \times I \times I \to M$, найдутся индекс $\alpha'' \geqslant \alpha, \alpha', \alpha^1, \alpha^2$ ($\alpha, \alpha', \alpha^1, \alpha^2$ — индексы для G-гомотопий $\overline{Q}_{1,2}, \overline{Q}_{3,4}, \overline{Q}_{1,3}, \overline{Q}_{2,4}$) и G-гомотопия $\overline{\mathbf{P}} : X_{\alpha''} \times I \times I \to M$, соединяющая G-гомотопии $\overline{Q}_{1,2} \cdot (p_{\alpha\alpha''} \times id_I)$, $\overline{Q}_{3,4} \cdot (p_{\alpha'\alpha''} \times id_I)$, $\overline{Q}_{1,3} \cdot (p_{\alpha^1\alpha''} \times id_I)$ и $\overline{Q}_{2,4} \cdot (p_{\alpha^2\alpha''} \times id_I)$.

Имеет место следующая

Теорема 1. *Для любого G-пространства $X \in Ob(\mathfrak{M}_G)$ существует эквивариантный спектр $\underline{X}$, состоящий из G-пространств $X_\alpha \in Ob(\mathfrak{N}_G)$, который сильно G-ассоциирован с G-пространством X.*

Каждое пространство $X \in Ob(\mathfrak{M}_G)$ может быть вложено замкнуто и эквивариантно в метризуемое $AE\,(\mathfrak{M}_G)$-пространство Q [9, 10]. Поэтому при доказательстве теоремы 1 в качестве ЭС $\underline{X}$ следует рассмотреть систему всех открытых инвариантных окрестностей X в Q (ср. [3]).

Для построения эквивариантной шейповой категории над $\mathfrak{M}_G$ нужна

Теорема 2. *Пусть ЭС $\underline{X}$ ассоциирован с $X \in Ob(\mathfrak{M}_G)$, а ЭС $\underline{Y}$, состоящий из G-пространств $Y_\beta \in Ob(\mathfrak{N}_G)$, ассоциирован с $Y \in Ob(M_G)$. Тогда любое эквивариантное отображение $f: X \to Y$ индуцирует такой сильный G-морфизм $\underline{f}: \underline{X} \to \underline{Y}$, что $\underline{f} \cdot \underline{p} \underset{G}{\simeq} \underline{q} \circ f$, где $\underline{p}: X \to \underline{X}$ и $\underline{q}: Y \to \underline{Y}$ — сильные G-отображения. Если эквивариантные отображения $f, g: X \to Y$ G-гомотопны, то индуцированные ими G-морфизмы $\underline{f}$ и $\underline{g}$ сильно G-гомотопны.*

Из теоремы 2 получаем

Следствие. Если ЭС $\underline{X}$ и ЭС $\underline{X}'$, состоящие из объектов категории $\mathfrak{N}_G$, сильно G-ассоциированы с G-пространством $X \in Ob(\mathfrak{M}_G)$, то любые G-морфизмы ЭС $\underline{X}$ в ЭС $\underline{X}'$, индуцированные тождественным отображением id_X, сильно G-гомотопны.

Определение 2. Пусть $X, Y \in Ob(\mathfrak{M}_G)$. Тогда сильным эквивариантным шейповым отображением $\mathbf{f}: X \to Y$ назовем любой сильный G-морфизм $\underline{f}: \underline{X} \to \underline{Y}$, где $\underline{X}$ и $\underline{Y}$ — ЭС над $\mathfrak{N}_G$, сильно G-ассоциированные с X и Y соответственно.

Скажем, что сильные эквивариантные шейповые отображения $\mathbf{f}, \mathbf{g}: X \to Y$ G-гомотопны, если для сильных G-морфизмов $\underline{f}: \underline{X} \to \underline{Y}$ и $\underline{g}: \underline{X}' \to \underline{Y}'$ существуют такие сильные G-морфизмы $\underline{id_X}: \underline{X} \to \underline{X}'$ и $\underline{id_Y}: \underline{Y} \to \underline{Y}'$, индуцированные тождественными отображениями id_X и id_Y, что $\underline{id_Y} \circ \underline{f} \underset{G}{\simeq} \underline{g} \cdot \underline{id_X}$. Отношение G-гомотопности сильных эквивариантных шейповых отображений есть отношение эквивалентности.

Композицией $[\mathbf{g}] \circ [\mathbf{f}]$ классов эквивалентности $[\mathbf{f}]$ и $[\mathbf{g}]$ сильных эквивариантных шейповых отображений $\mathbf{f}: X \to Y$ и $\mathbf{g}: Y \to Z$ назовем класс $[\underline{g} \cdot \underline{id_Y} \cdot \underline{f}]$, где $\underline{id_Y}$ — индуцированный тождественным отображением id_Y сильный G-морфизм.

Отсюда получаем, что справедлива

Теорема 3. *Все G-пространства $X \in Ob(\mathfrak{M}_G)$ и G-гомотопические классы $[\mathbf{f}]$ сильных эквивариантных шейповых отображений $\mathbf{f}$ образуют категорию.*

Полученную категорию назовем эквивариантной сильной шейповой категорией и обозначим через $\overline{Sh}_G$. Заметим, что все вышеприведенные определения и результаты имеют место и для G-пар, однако из-за ограниченности объема работы мы рассмотрели только абсолютный случай.

Из теорем 1 и 2 следует, что для всякого эквивариантного отображения $f: X \to Y$ существует сильное эквивариантное шейповое отображение $\mathbf{f}: X \to Y$. Поэтому соответствия $K([f]) = [\mathbf{f}]$ для любого $[f] \in H_0(\mathfrak{M}_G)$ и $K(X) = X$ для каждого $X \in H_0(\mathfrak{M}_G)$ задают ковариантный функтор $K: H_0(\mathfrak{M}_G) \to \overline{Sh}_G$ эквивариантной гомотопической категории $H_0(\mathfrak{M}_G)$ в эквивариантную сильную шейповую категорию $\overline{Sh}_G$.

Теорема 4. *Пусть* $X \in Ob(\mathfrak{M}_G)$ *и* $Y \in Ob(\mathfrak{N}_G)$. *Тогда для произвольного класса* $[\mathbf{f}]$ *сильного эквивариантного шейпового отображения* $\mathbf{f}: X \to Y$ *существует единственный такой G-гомотопический класс* $[f]: X \to Y$ *категории* $H_0(\mathfrak{M}_G)$, *что* $K([f]) = [\mathbf{f}]$.

Из полученных результатов следует, что полная подкатегория эквивариантной сильной шейповой категории $\overline{Sh}_G$, объектами которой являются G-пространства категории $\mathfrak{N}_G$, изоморфна эквивариантной гомотопической категории $H_0(\mathfrak{N}_G)$.

На основе результатов, полученных в [6, 11], строится эквивариантная группа гомологий, являющаяся инвариантом эквивариантной сильной шейповой теории. Существуют также группы, являющиеся аналогами компактных спектровых и проекционных сингулярных (ко)гомологических групп Чогошвили [12] и функциональных (ко)гомологических групп [13].

Тбилисский государственный университет

(Поступило 27.12.1984)

მათემატიკა

ვ. ბალაძე

შეიპების ეკვივარიანტული ძლიერი თეორიის შესახებ

რეზიუმე

მეტრიკული სივრცეების კატეგორიისათვის, რომლებზედაც უწყვეტად მოქმედებს კომპაქტური ჯგუფი, აგებულია ეკვივარიანტული ძლიერი შეიპური თეორია.

MATHEMATICS

V. H. BALADZE

ON AN EQUIVARIANT STRONG THEORY OF SHAPES

Summary

The equivariant strong shape theory is constructed for a category of metrizable spaces with a continuous action of compact group.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. М. Смирнов. УМН, 34, № 6, 1979.
2. K. Borsuk. Theory of Shape. Warszawa, 1975.
3. R. H. Fox. Fund. Math., 74, 1972.
4. F. W. Bauer. Pac. J. Math., 64, 1976.
5. Ю. Т. Лисица. ДАН СССР, 236, № 1, 1977.
6. Ю. Т. Лисица. Сиб. мат. ж., 24, № 4, 1983.
7. З. Р. Миминошвили. Труды Тбил. мат. ин-та им. А. М. Размадзе, 68, 1982.
8. J. de Vries. Math. Centre Tracts, № 65, Amsterdam, 1975.
9. Ю. М. Смирнов. УМН, 31, № 5, 1976.
10. Ю. М. Смирнов. Проблемы общей теории непрерывных групп преобразований. ТГУ (в печати).
11. S. Illman. Memoirs Amer. Math. Soc., 156, № 1, 1975.
12. Г. С. Чогошвили. Сообщения АН ГССР, 25, № 6, 1960.
13. У. Масси. Теория гомологий и когомологий. М., 1981.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 518

КИБЕРНЕТИКА

З. Ш. ПУТУРИДЗЕ

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ МОДИФИЦИРОВАННОГО АЛГОРИТМА ПОСТРОЕНИЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПЛАНОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДИСКРЕТНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 28.2.1984)

1. Постановка задачи. Пусть даны матрицы B_τ размерности $(S_\tau \times m_0)$ $\tau=\overline{1, m}$, элементы которых принимают значения 0 или 1. Пусть к каждой из строк этих матриц приписан определенный неотрицательный вес $C_{\tau p}$, где $\tau=\overline{1, m}$; $p=\overline{1, S_\tau}$. Допустим, что строки этих матриц упорядочены по возрастанию значения веса строки, т. е. для $\forall_\tau$ выполняется следующая цепочка неравенств:

$$C_{\tau_1} \leqslant C_{\tau_2} \leqslant \cdots \leqslant C_{\tau S_\tau}, \quad \tau=\overline{1, m}. \tag{1}$$

Обозначим строку матрицы B_τ через b_τ, где

$$b_\tau=(\beta_1^\tau, \beta_2^\tau, \ldots, \beta_{m_0}^\tau); \ \tau=\overline{1, m};$$

$$\beta_g^\tau=0,1; \quad g=\overline{1; m_0}. \tag{2}$$

Введем матрицу $\widehat{B}=(b_1, b_2, \ldots, b_m)$ размерности $(m \times m_0)$, где $b_\tau \in B_\tau$ и являются строками матрицы $\widehat{B}$. Обозначим множество всевозможных матриц $\widehat{B}$ через B.

Ставится задача найти

$$\min_{\widehat{B} \in B} \sum_{\tau=1}^{m} C_\tau \tag{3}$$

при ограничениях

$$a_\eta \widehat{B} \leqslant \overset{0}{a}_\eta, \quad \eta=\overline{1, \eta_0}, \tag{4}$$

где a_η, $\overset{0}{a}_\eta$—векторы размерности m и m_0 соответственно с неотрицательными компонентами, а

$$C_\tau \in \{C_{\tau_1}, C_{\tau_2}, \ldots, C_{\tau S_\tau}\}, \quad \tau=\overline{1, m}.$$

2. Вычислительные аспекты. Для решения задачи (3, 4) в работе [2] описан модифицированный алгоритм метода построения последовательности планов. Приведем численную пошаговую реализацию этого алгоритма.

Шаг 1. Строим первоначальную систему представителей r_0, у которой все компоненты равны единице. Положим $n=0$, где n — количество хранимых систем представителей, $i=0$; (i — номер порождающей системы представителей).

Шаг 2. Для r_0 проверяем ограничения (4). Если они выполняются, то переход к шагу 8, иначе к шагу 3.

Шаг 3. Строим подмножество систем представителей $O(r_i)$, порожденных элементов r_i по возрастанию номера ведущей компоненты. Вычислим мощность этого подмножества и присвоим i_1. Если i_1 равно 0, то к шагу 7, иначе $j=1$ и к шагу 4.

Шаг 4. Если $j \leqslant i_1$ к шагу 5, иначе к шагу 6.

Шаг 5. Для элемента $r_j \in 0(r_i)$ проверяем ограничения (4) для компонент вектора r_j до ведушего элемента. Если они не выполняются, то $n=n+1$; $Q_n=Q(r_j)$ и переход к шагу 6, иначе проверяем ограничения (4). Если они не выполняются, то $n=n+1$; $Q_n=Q(r_j)$; $j=j+1$ и переход к шагу 4, иначе к шагу 8.

Шаг 6. Среди ненулевых Q_k, $k=\overline{1, n}$ находим минимальное Q_l. Если ненулевых Q_k-х нет, то переход к шагу 7, иначе обнуляем найденный минимум, т. е. $Q_l=0$, генерируем r_j и переход к шагу 3.

Шаг 7. Задача неразрешима. Конец.

Шаг 8. Решение получено. Конец.

Представим ход решения вышеприведенного алгоритма в виде дерева, где вершинам соответствуют системы представителей (СП), а исходящие из них ребра ведут в те вершины, соответствующие СП которых входят порожденное множество исходной СП. Если такое множество отсутствует, то вершина (СП) концевая. Перенумеруем вершины этого графа сверху вниз и слева направо. Корневой вершине дерева дадим номер 0.

Чтобы проводить счет, надо хранить все СП, либо создать аппарат для генерации нужной СП по его номеру.

Приведем первый алгоритм генерации СП.

О каждой вершине дерева (СП) сохраняем следующую информацию:

а) номер порождающей вершины (СП);

б) разность номеров ведущего элемента текущей СП и номера ведущего элемента порождающей СП.

Для запоминания этой информации введем два массива:
$KO(i)$ — для номера порождающей вершины;
$RV(i)$ — для разности номеров ведущего элемента текущей СП и номера ведущего элемента порождающей СП;
i — номер рассматриваемой (текущей) СП.

Пусть η — номер требуемой СП, тогда первый алгоритм генерации состоит из следующих шагов:

Шаг 1. Запоминаем в стековую память содержимое $RV(\mu)$;

$$RV(\eta) \longrightarrow STEK,$$

$$\eta=K0(\eta)$$

Шаг 2. Если $\eta=0$, то переход к шагу 3, иначе к шагу 1.

Шаг 3. Берем начальную СП, т. е. вектор SP, состоящий из единиц.

Положим $NV=1$, где NV — номер ведущего элемента.

Шаг 4. Выбираем элемент из стека и прибавляем к NV,

$$STEK \to NO,$$

$$NV = NV + NO,$$

$$SP(NV) = SP(NV) + 1.$$

Шаг 5. Если стек исчерпан, то переходим к шагу 6, иначе к шагу 4.

Шаг 6. Требуемая СП сгенерирована. Конец.

При этом алгоритме генерирования занимаем $2 \times S_0 \times K$ байта оперативной памяти, где S_0 — общее количество имеющихся СП на текущем этапе счета; K — количество байтов для записи одного элемента в конкретную вычислительную систему.

Приведем второй алгоритм генерации СП. При этом алгоритме сохраняем только номер вершины (СП) в рабочем массиве, но порожденные СП помещаем в этом массиве по мере возрастания номеров ведущих компонент.

Пусть η — номер требуемой СП, а KO — рабочий массив, содержащий номера корневых вершин.

Шаг 1. $p = \eta - 1$; $\eta = KO(\eta)$; $q = 0$.

Шаг 2. Если $KO(p) = \eta$, то $q = q + 1$; $p = p - 1$ и переход к шагу 2, иначе к шагу 3.

Шаг 3. Запоминаем в стек значения q (это и есть разность номеров ведущих компонент текущей и порождающей СП)

$$q \to STEK.$$

Шаг 4. Если $\eta = 0$, то переход к шагу 5, иначе к шагу 1.

Шаг 5. Берем начальную СП, т. е. вектор SP, состоящий из единиц.

Положим $NV = 1$.

Шаг 6. Выберем элемент из стека

$$STEK \to q,$$

$$NV = NV + q,$$

$$SP(NV) = SP(NV) + 1.$$

Шаг 7. Если стек исчерпан, то переход к шагу 8, иначе к шагу 6.

Шаг 8. Требуемая СП сгенерирована. Конец.

При этом алгоритме занимаем $S_0 \times K$ байта оперативной памяти.

Если не воспользуемся вышеприведенными алгоритмами генерации СП, то при счете задач модифицированным алгоритмом метода построения последовательности планов придется хранить все СП, а это потребует $m \times S_0 \times K$ байтов оперативной памяти, где m — размерность СП.

Академия наук Грузинской ССР
Институт вычислительной математики
им. Н. И. Мусхелишвили

(Поступило 1.3.1984)

კიბერნეტიკა

ზ. ფუტურიძე

დისკრეტული ოპტიმიზაციის ამოცანათა ამოხსნის გეგმების მიმდევრობითი აგების მოდიფიცირებული ალგორითმის რიცხვითი ასპექტები

რეზიუმე

მოცემულია დისკრეტული ოპტიმიზაციის ამოცანათა ამოხსნის გეგმების მიმდევრობითი აგების მოდიფიცირებული ალგორითმის რიცხვითი რეალიზაცია. მოყვანილია წარმომადგენელთა სისტემების გენერირების ორი ალგორითმი, რომლებიც მნიშვნელოვან ეკონომიას უკეთებს დაკავებულ ოპერატიულ მეხსიერებას ამოცანის თვლის დროს.

CYBERNETICS

Z. Sh. PUTURIDZE

THE NUMERICAL ASPECTS OF A MODIFIED ALGORITHM OF REPRESENTATIVE SYSTEMS FOR SOLVING DISCRETE OPTIMIZATION PROBLEMS

Summary

A numerical realization of a modified algorithm of representative systems for solving discrete optimization problems is presented.

The proposed two algorithms allow to generate the title systems at a considerable economy of the operational memory used during the calculation of the problem.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Емеличев, В. И. Комлик. Метод построения последовательности планов для решения задач дискретной оптимизации. М., 1981.
2. З. Ш. Путуридзе. Сообщения АН ГССР, 111, № 2, 1983.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 62—506.1

КИБЕРНЕТИКА

Ф. Ф. ПАЩЕНКО, Г. Р. БОЛКВАДЗЕ

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ЛИНЕАРИЗАЦИЯ И РЕКУРРЕНТНАЯ ДИСПЕРСИОННАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ

(Представлено академиком И. В. Прангишвили 22.6.1984)

В статье рассматриваются вопросы рекуррентной дисперсионной идентификации нелинейного динамического объекта класса Гаммерштейна, когда функциональная связь между входом и выходом объекта оптимально, в смысле некоторых критериев, аппроксимируется линеаризованной связью. На основе предлагаемого метода линеаризации получается система дисперсионных уравнений идентификации, которая решается с помощью рекуррентных алгоритмов идентификации.

В основе метода статистической линеаризации, впервые изложенного И. Е. Казаковым [1], лежит идея аппроксимации нелинейного преобразования линеаризованной зависимостью, статистически эквивалентной исходному нелинейному отображению.

Рассмотрим объект, который описывается нелинейным динамическим преобразованием

$$Y(t)=\varphi[X(\tau),\ t], \tag{1}$$

где $X(t)$—входной, а $Y(t)$—выходной сигнал объекта, φ—нелинейная функция.

При идентификации нелинейных объектов, а также объектов, на входе которых действуют случайные сигналы с нелинейной структурой, можно использовать аппарат дисперсионных функций [2, 3]. При этом задача идентификации формулируется следующим образом. По полученным в результате эксперимента или в процессе нормальной эксплуатации объекта реализациям входного и выходного сигналов требуется построить математическую модель объекта, оптимальную в смысле некоторого критерия. Представим входную $X(t)$ и выходную $Y(t)$ случайные функции в виде

$$X(t)=m_x(t)+\overset{\circ}{X}(t),\ Y(t)=m_y(t)+\overset{\circ}{Y}(t), \tag{2}$$

где $m_x(t)$ и $m_y(t)$—математические ожидания входного и выходного сигнала, а $\overset{\circ}{X}(t)$ и $\overset{\circ}{Y}(t)$ — центрированные составляющие входного и выходного сигналов.

В качестве математической модели объекта используем выражение

$$\widehat{Y}(t)=m_{\widehat{y}}(t)+\overset{\circ}{\widehat{Y}}(t), \tag{3}$$

где математическое ожидание $m_{\widehat{y}}(t)$ и случайная составляющая $\overset{\circ}{\widehat{Y}}(t)$ определяются выражениями [2]

$$m_{\widehat{y}}(t)=K_0(t)\int\limits_T g(t,\ \tau)\, m_x(\tau)\ d\tau, \tag{4}$$

$$\mathring{\widehat{Y}}(t)=K_1(t)\int\limits_T g(t,\ \tau)\, M\{\mathring{Y}(t)/x(\tau)\}\, d\tau, \tag{5}$$

Ниже рассмотрим два метода идентификации, основанные на идеях статистической линеаризации. В первом методе в качестве критерия идентификации будем использовать условие равенства математических ожиданий и дисперсионных функций, соответствующих выходным сигналам объекта и модели [2].

Во втором методе критерии идентификации имеют вид

$$M\{[Y(t)-\widehat{Y}(t)]^2\}\to\min, \tag{6}$$

где выход модели описывается выражениями (3), (4), (5).

Из условия минимума критерия (6) получаем следующую систему интегральных уравнений идентификации:

$$m_y(t)-K_0(t)\int\limits_T g(t,\ \tau)\, m_x(\tau)\, d\tau=0, \tag{7}$$

$$R_{yyx}(t,\ t,\ \lambda)-K_1(t)\int\limits_T g(t,\ \tau)\, R_{yyxx}(t,\ t,\ \tau,\ \lambda)\, d\tau=0. \tag{8}$$

Существует много подходов к решению полученных интегральных уравнений. Рассмотрим один из подходов, основанный на рекуррентных методах дисперсионной идентификации.

Пусть при нормальной эксплуатации объекта на входе и выходе измеряются величины $x(k)$ и $y(k)$. Последовательности $\{x(k)\}$ и $\{y(k)\}$ представляют собой реализации стационарных и стационарно связанных в дисперсионном смысле эргодических процессов $X(t)$ и $Y(t)$ [3]. Представим $x(k)$ и $y(k)$ в виде разложения (2), полагая, что оценки математических ожиданий входной и выходной случайных функций $X(t)$ и $Y(t)$ вычисляются по формулам

$$m_x(k)=\frac{1}{k}\sum_{n=1}^{k} x(n)=m_x(k-1)+\frac{1}{k}\,[x(k)-m_x(k-1)], \tag{9}$$

$$m_y(k)=\frac{1}{k}\sum_{n=1}^{k} y(n)=m_y(k-1)+\frac{1}{k}\,[y(k)-m_y(k-1)],\ k=m+1,\ldots \tag{10}$$

Выражение (3) перепишется в виде

$$\widehat{Y}(k)=m_{\widehat{y}}(k)+\mathring{\widehat{Y}}(k),\quad k=m+1,\ldots, \tag{11}$$

где оценка математического ожидания модели $m_{\widehat{y}}(k)$ и его случайная составляющая $\mathring{\widehat{Y}}(k)$ определяются выражениями

$$m_{\widehat{y}}(k)=K_0(k)\sum_{i=1}^{m} g(i)\, m_x(k+1-i), \tag{12}$$

$$\mathring{\widehat{Y}}(k)=K_1(k)\sum_{i=1}^{m} g(i)\,\hat{U}(k,\ i),\ \text{где}\ \hat{U}(k,\ i)=M_k\{\mathring{Y}(k)/x(k+1-i)\}. \tag{13}$$

Первый критерий идентификации имеет вид

$$m_y(k)=K_0(k)\sum_{i=1}^{m} g(i)\,m_x(k+1-i), \tag{14}$$

$$R^{(N)}_{yyxx}(k,\ s,\ \tau,\ \lambda)=K_1(k)\,K_1(s)\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{m} g(i)\,g(j)\,R^{(N)}_{yyxx}(k,\ s,\ i,\ j). \tag{15}$$

Решение систем алгебраических уравнений (14), (15) осуществляется следующим образом. Сначала определяется $K_1(k)$ по формуле

$$K_1(k)=\pm(\Theta^{(N)}_{yx}(k,\ \tau)/\Theta^{(N)}_{yx}(k,\ \lambda))^{1/2}, \tag{16}$$

где

$$\Theta^{(N)}_{yx}(k,\ \tau)=\frac{1}{N-m}\sum_{n=m+1}^{N}\mathring{U}^2(n+k,\ \tau)=\Theta^{(N-1)}_{yx}(k,\ \tau)+$$

$$+\frac{1}{N-m}[\mathring{U}^2(N+k,\ \tau)-\Theta^{(N-1)}_{yx}(k,\ \tau)],$$

соответствующей выражению (15). Знак следует взять такой, чтобы знаки выходных сигналов объекта и модели совпадали. Полученные значения $K_1(k)$ подставляются в уравнение (15), при решении которого получаются оценки весовых коэффициентов $g(i)$, $g(j)$ (о методах решения (15) относительно $g(i)$, $g(j)$ будет сказано ниже). Затем при заданных значениях оценки дисперсионных функций и вычисленных $K_1(k)$, $K_1(s)$, $g(i)$, $g(j)$ вычисляется коэффициент усиления по детерминированной составляющей $K_0(k)$. Оценки дисперсионных функций вычисляются по формулам

$$R^{(N)}_{yyxx}(k,\ s,\ \tau,\ \lambda)=R^{(N-1)}_{yyxx}(k,\ s,\ \tau,\ \lambda)+\frac{1}{N-m}\mathring{U}(N+k,\ \tau)\,\mathring{U}(N+s,\ \lambda)-$$

$$-R^{(N-1)}_{yyxx}(k,\ s,\ \tau,\ \lambda)] \tag{17}$$

$$\tau,\ \lambda=1,\ m;\ k,\ s=m+1,\ldots,$$

$$\mathring{U}(n+k,\ i)=\mathring{U}(n+k-1,\ i)\,\xi_{n,i}+\alpha^{-1}_{n,i}[\mathring{Y}(n+k)-\mathring{U}(n+k-1,\ i)\,\xi_{n,i}], \tag{18}$$

где

$$\alpha_{n,i}=\sum_{e=1}^{n+k}\xi[x(e)-x(n+k-i)],\quad \xi_{n,i}=\xi[x(n+k-1-i)-x(n+k-i)].$$

Рассмотрим теперь задачу идентификации по второму методу, критерий идентификации которого имеет вид

$$\lim_{N\to\infty}\frac{1}{N-m}\sum_{k=m+1}^{N}[y(k)-\hat{y}(k)]^2\to\min, \tag{19}$$

где выходной сигнал модели описывается выражениями (11), (12), (13).

Из условий минимума критерия (20) получается следующая система алгебраических уравнений идентификации:

$$m_y(k)-K_0(k)\sum_{i=1}^{m} g(i)\,m_x(k+1-i)=0, \tag{20}$$

$$R_{yyx}^{(N)}(j)-K_0(k)\sum_{i=1}^{m} g(i)\, R_{yyxx}^{(N)}(i,\ j)=0,\ N=m+1,\ldots,\infty, \tag{21}$$

где

$$R_{yyx}^{(N)}(j)=R_{yyx}^{(N-1)}(j)+\frac{1}{N-m}\left[\overset{\circ}{y}(N)\,\overset{\circ}{U}(N,\ j)-R_{yyx}^{(N-1)}(j)\right], \tag{22}$$

Решение систем уравнений (20), (21) производится в том же порядке, что и выше, а коэффициент определяется по формуле

$$K_1(k)=(R_{yyxx}^{(N)}(k,k)/R_{xxxx}^{(N)}(k,\ k). \tag{23}$$

Для решения уравнений (15) и (21) относительно оценками $g(i)$ весовых коэффициентов были использованы рекуррентные алгоритмы, такие как алгоритм Ньютона—Рафсона, Качмажа, МНК, и их модификации.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

Академия наук СССР
Интитут проблем
управления

(Поступило 22.6.1984)

კიბერნეტიკა

ფ. პაშჩენკო, გ. ბოლქვაძე

სტატისტიკური გაწრფივება და რეკურენტული დისპერსიული იდენტიფიკაცია

რეზიუმე

განხილულია რეკურენტული დისპერსიული იდენტიფიკაციის საკითხები, როცა ობიექტის შესასვლელსა და გამოსასვლელს შორის არსებული არაწრფივი კავშირი აპროქსიმირდება ზოგიერთი კრიტერიუმის აზრით ოპტიმალური გაწრფივებული კავშირით. მიღებულია იდენტიფიკაციის დისპერსიულ განტოლებათა სისტემა, რომელიც იხსნება იდენტიფიკაციის რეკურენტული ალგორითმების გამოყენებით.

CYBERNETICS

F. F. PASHCHENKO, G. R. BOLKVADZE

STATISTICAL LINEARIZATION AND RECURRENT DISPERSION IDENTIFICATION

Summary

The paper considers problems of recurrent dispersion identification when the nonlinear connection between the input and output of an object, optimal in the sense of some criteria, is approximated by linearized connection. A system of dispersion identifications of equations, solved by means of recurrent algorithms, is obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Е. Казаков, Б. Г. Доступов. Статистическая динамика нелинейных автоматических систем. М., 1962.
2. Ф. Ф. Пащенко, А. М. Валге. Математическое моделирование технологических процессов. Л., 1981.
3. Н. С. Райбман и др. Дисперсионная идентификация. М., 1981.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 539:26:27:548:53

ФИЗИКА

В. А. УДОВЕНКО, В. В. САНАДЗЕ, В. Б. ДМИТРИЕВ,
Л. Д. ГОГУА, Э. Д. ЧИЧУА

ТОНКАЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЗАКАЛЕННЫХ СПЛАВОВ *Cu-Ni Mn*

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 4.6.1984)

Известно, что тройные сплавы *Cu-Ni Mn* обладают склонностью к дисперсионному твердению при отжиге в интервале температур 350—500°C [1]. В настоящее время уже установлено, что дисперсионное твердение сплавов системы *Mn-Ni-Cu* обусловлено процессами выделения при отжиге интерметаллического соединения *Ni-Mn*. Наиболее ярко эффект проявляется на сплавах квазибинарного разреза *Cu-Ni Mn*, на которых в результате старения может быть получен уровень механических свойств, сопоставимый с аналогичными свойствами меднобериллиевых сплавов. Однако имеющиеся в настоящее время экспериментальные данные по дисперсионнотвердеющим сплавам *Mn-Ni-Cu* относятся в основном к изучению свойств [2, 3]. Данные о тонкой кристаллической структуре сплавов, обеспечивающей получение того или иного уровня свойств, практически отсутствуют, что не позволяет целенаправленно выбирать составы сплавов и режимы их термообработок для получения необходимых для практического использования характеристик.

Целью настоящей работы является выявление особенностей структурного состояния закаленных сплавов квазибинарного разреза *Cu-Ni Mn*, так как без знания особенностей структурного состояния исходного раствора невозможно понять природу и механизм процессов, протекающих при отжиге сплавов.

Составы исследуемых сплавов отвечали формуле $Cu_{(100-X)\,\text{ат},\,\%}$ $Mn_{0,5X\text{ат},\,\%}$ $Cu_{0,5X\text{ат},\%}$. Были выполнены сплавы, отвечающие значению X от 20 до 96 ат. %. Поликристаллические образцы всех сплавов и выращенные монокристаллы подвергались гомогенизирующему отжигу в течение 24 ч, после чего закаливались в воде.

Тонкая кристаллическая структура исследовалась рентген-дифракционным методом на дифрактометре ДРОН-3 с использованием Ee_{k_α} и Mo_{k_α}-излучений. С этой же целью был применен и нейтронографический метод: исследования проводились на нейтронном дифрактометре УНСА с длиной волны $\lambda=1{,}19$ Å. В качестве монохроматора был использован монокристалл *Ge*, что обеспечило отсутствие в спектре рассеянных нейтронов вклада от $\lambda/2$.

Согласно рентгеновским данным, все закаленные сплавы с содержанием меди $C_{Cu}>10\%$ обладают при комнатной температуре ГЦК структурой. Параметр решетки (рис. 1, *A*) слабо зависит от состава. Отмечается небольшое его возрастание при разбавлении меди никелем и марганцем в сплавах с $C_{Cu}>40\%$. Дальнейшее увеличение разбавления практически не влияет на величину a_k. Закаленный сплав с 6% обладает при комнатной температуре ГЦТ структурой с отношением осей $c/a < 1$. Величины параметров a и c близки к аналогичным параметрам чистого интерметаллида $NiMn$ [1]. Следовательно, растворимость меди в интерметаллиде $NiMn$ невелика—не превышает $\sim 8\%$. Следует отметить, однако, что при растворении меди в интерметаллиде $NiMn$ происходят некоторое уменьшение a и увеличение c, так что величина тетрагонального искажения $(1-c/a)$ уменьшается. Это дает основание считать, что при введении небольших ($< 8\%$) добавок атомы меди статистически равновероятно замещают атомы в никеловой и марганцевой подрешетках интерметаллида $NiMn$.

Нейтрондифракционные исследования закаленных сплавов Cu-$NiMn$ показали, что при разбавлении меди никелем и марганцем на нейтронограммах (рис. 1, а, б, в, г), наряду с основными ядерными отражениями типа [111], [200], наблюдаются широкие диффузные мак-

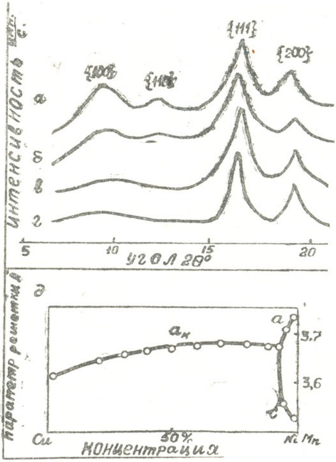


Рис. 1. Нейтронограммы закаленных сплавов Cu-$NiMn$, содержащих: а — 20 ат. % Cu; б—30 ат. % Cu; в—40 ат. % Cu; г—50 ат % Cu; д — концентрационная зависимость параметров решетки сплавов квазибинарного разреза Cu-$NiMn$

симумы в области сверхструктурных углов. Интенсивность этих максимумов возрастает по мере увеличения в сплаве содержания Ni и Mn. Это может быть следствием либо присутствия в структуре предвыделений интерметаллида $NiMn$, либо существования в закаленных сплавах ближнего упорядочения. Исследованиями под малыми углами обнаружено, что во всех закаленных сплавах эффекты малоуглового рассеяния (МУР) нейтронов отсутствует. Это свидетельствует об отсутствии каких-либо следов концентрационного расслоения, которое должно неминуемо возникать при наличии предвыделений интерметаллида. Следовательно, можно утверждать, что для структуры закаленных сплавов Cu-$NiMn$ характерно не существование в ней предвыделений интерметаллида $NiMn$, как это можно было ожидать априори, а наличие ближнего упорядочения. Положение диффузионных максимумов на нейтронограммах (рис. 1, а, б) указывает на стремление к образованию сверхструктуры $L1^2$ или $L1^0$. Диффузионный характер сверхструктурных отражений, а также недостаточно высокая разрешаемая способность нейтрон-дифракционной методики не позволяют точно определить по этим данным структурный тип наблюдаемого ближнего упорядочения.

В то же время рентгеновское исследование тонкой кристаллической структуры закаленных монокристаллических сплавов с ближним порядком выявило наличие в них искажений исходной ГЦК структуры. При исследовании на Mok_α-излучении отмечалось заметное уширение линий с большими индексами. Данные о форме профиля дифракционных отражений {10.0.0} различных сплавов приведены на рис. 2, а, б, в. В сплаве с $C_{Cu} = 60\%$ (рис. 2,а) профиль практически не уширен — полуширина отражения отвечает функции инструментального разрешения. В сплаве же с $C_{Cu} = 10\%$ (рис. 2,в), уширение имеет значительную величину.

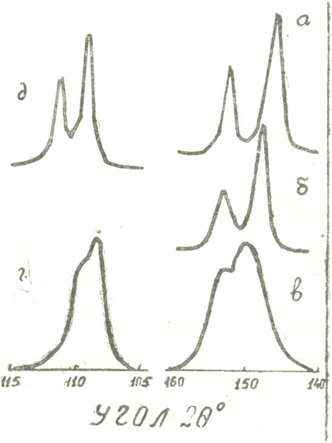


Рис. 2. а — Профиль дифракционного отражения {10.0.0} сплава 60 ат. % $Cu = 20$ ат. % $Ni = 20$ ат. % Mn; б — профиль дифракционного отражения {10.0.0} сплава 30 ат. % $Cu = 35$ ат. % $Ni = 35$ ат. % Mn; в—профиль дифракционного отражения {10.0.0} сплава 10 ат. % $Cu = 45$ ат. % $Ni = 45$ ат. % Mn; г—профиль дифракционного отражения {6.6.0} сплава 10 ат. % $Cu = 45$ ат. % $Ni = 45$ ат. % Mn; д—профиль дифракционного отражения {5.5.5} сплава 10 ат. % $Cu = 45$ ат. % $Ni = 45$ ат. % Mn

Сплав с 30% меди (рис. 2,б) занимает промежуточное место. Таким образом, существует корреляция между величинами ближнего упорядочения и уширения основных дифракционных отражений.

Исследование отражений с различными $\{HKL\}$ показало, что уширение основных дифракционных отражений имеет селективный характер. Из рис. 2, в, г, д видно, что наиболее сильно уширяются отражения типа $\{h00\}$, отражения $\{hh0\}$ уширяются меньше и, наконец, отражения $\{hhh\}$ дают очень слабое уширение. Согласно [4], такая закономерность уширения основных дифракционных отражений характерна для случая ГЦК структуры с тетрагенальными искажениями. Практически все уширение линий обусловлено величиной искажения, влияние размера области когерентного рассеяния (о. к. р.) пренебрежимо мало. Последнее было подтверждено нами Фурье-анализом профиля дифракционных отражений разных порядков {10.0.0}, {8.0.0}, {6.0.0}. Наличие тетрагональных искажений указывает на то, что ближнее упорядочение в структуре закаленных сплавов CuNiMn с достаточно большим содержанием никеля и марганца отвечает структурному типу $L1^0$. Этот тип упорядочения характеризуется тетрогональном искажением с отношением осей $c/a<1$. При равновероятном расположении выделенный осей ближнеупорядоченных областей и наличии погрешностей связи их с матрицей реализуется средняя кубическая решетка с упорядоченными тетрагональными искажениями.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 28.6.1984)

ფიზიკა

ვ. უდოვენკო, ვ. სანაძე, ვ. დმიტრიევი, ლ. გოგუა, ე. ჩიჩუა

Cu-NiMn ნაწრთობ შენადნობთა ნაზი კრისტალური სტრუქტურა

რეზიუმე

სამუშაოში რენტგენოსტრუქტურული და ნეიტრონოგრაფიული მეთოდებით გამოკვლეულია *Cu-NiMn* კვაზიბინარული ჭრილის ნაწრთობ შენადნობთა სტრუქტურული მდგომარეობა. ნაჩვენებია, რომ აღნიშნულ შენადნობებში მიმდინარე ახლო მოწესრიგება შეესაბამება $L1_0$ სტრუქტურულ ტიპს.

PHYSICS

V. A. UDOVENKO, V. V. SANADZE, V. B. DMITRIEV, L. D. GOGUA, E. J. CHICHUA

FINE CRYSTAL STRUCTURE OF WATER HARDENED ALLOYS OF Cu-NiMn

Summary

With X-ray analysis and neutron diffraction methods it is shown that the near ordering of water-hardened alloys of Cu-NiMn with a fairly large content of Ni and Mn corresponds to the structure type $L1_0$. This type of ordering is characterized by tetragonal distortion with the ratio of axes: $c/a<1$. In the case of an equiprobable arrangement of the identified axes of near-ordered domains and in the presence of defective linkage with the matrix a mean cubic lattice with an ordered tetragonal distortion is realized.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. I. Rolland *et al.* Compt. rend des Seances de l' Academie des Sciences. 270. Serie C. N: 22, 1970, 1777-1780.
2. I. Rolland *et al.* Met. Scient. Rev. 1970, 571-579.
3. I. Rolland, D. Whihwem. Metallurg. № 12. 1970. 795-808.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 537+538(075)

ФИЗИКА

А. Н. АБУРДЖАНИЯ

К ВОПРОСУ ФИЗИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ТРАНСФОРМАТОРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Дж. Г. Ломинадзе 27.5.1985)

Необходимость устранения несогласованностей в изложении физической теории трансформатора давно назрела [1]. Традиционное оперирование произвольными математическими моделями индуктивно связанных цепей [2] приводит к исключению пространственных параметров, определяемых законом сохранения энергии [3], из уравнения электромагнитного поля.

Ранее [4—6] на основе экспериментальных исследований при помощи теории цепей, нами была обоснована математическая модель трансформатора

$$u_1-\left(L_{11}\frac{di_1}{dt}-L_{12}\frac{di_2}{dt}\right)=i_1 R_1,$$
$$L_{21}\frac{di_1}{dt}-L_{22}\frac{di_2}{dt}=i_2 R_2+u_2, \qquad (1)$$

которая однозначно и точно описывает реальные физические процессы (см. рис. 1). Индуктированные э. д. с. отмечены кружками. Направления указаны стрелками в кружках. Одноименные зажимы отмечены кружками.

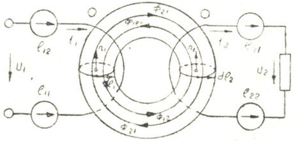


Рис. 1

Работа посвящена обоснованию модели (1) на основе уравнения Максвелла

$$\operatorname{rot}\vec{E}=-\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}. \qquad (2)$$

Обозначим: i_1 — первичный ток; Φ_{11} — магнитный поток; Φ_{s1} — поток рассеивания; B_{11}—магнитная индукция; E_{11}—электрическая напряженность первичного тока; L_{11}—индуктивность; n_1— нормаль к поверхности; dl_1 — элементарная длина контура первичной обмотки i_2, Φ_{22}, Φ_{s2}, B_{22}, E_{22}, L_{22}, n_2, dl_2— соответствующие величины вторичного тока и контура; $L_{12}=L_{21}$— взаимная индуктивность; Φ_{12} — поток, посылаемый вторичным током через контур первичного тока; Φ_{21} — поток, посылаемый первичным током через вторичный контур; E_{12}, E_{21} — напряженности взаимной индукции.

Расположим согласованные системы ориентации контуров и их поверхностей согласно условиям

$$\vec{B}_{11} \uparrow\uparrow \vec{n}_1; \ \vec{B}_{22} \uparrow\uparrow \vec{n}_2. \tag{3}$$

Потоками рассеивания пренебрегаем.

При увеличении первичного тока от $-I_{1m}$ до I_{1m} для самоиндукции в первичном контуре из (2) с учетом (3) следует

$$\frac{\partial \vec{B}_{11}}{\partial t} > 0; \quad \text{rot } \vec{E}_{11} < 0; \ \vec{E}_{11} \uparrow\downarrow \vec{dl}, \tag{4}$$

Аналогично для взаимной индукции во вторичном контуре имеем

$$\frac{\partial \vec{B}_{21}}{\partial t} < 0; \text{ rot } \vec{E}_{21} > 0; \ \vec{E}_{21} \uparrow\uparrow \vec{dl}_1. \tag{5}$$

Очевидно, что направление вторичного тока совпадает с направлением напряженности взаимной индукции $\vec{E}_{21}$ и согласно правилу буравчика в магнитопроводе магнитные индукции направлены встречно

$$\vec{B}_{12} \uparrow\downarrow \vec{B}_{21}. \tag{6}$$

Увеличению первичного тока от $-I_{1m}$ до I_{1m} соответствует увеличение вторичного тока от $-I_{2m}$ до I_{2m} и, следовательно,

$$\frac{\partial \vec{B}_{22}}{\partial t} > 0; \text{ rot } \vec{E}_{22} < 0; \ \vec{E}_{22} \uparrow\downarrow \overrightarrow{dl_2}. \tag{7}$$

Согласно (5) и (7) индуктированные электрические напряженности взаимной индукции и самоиндукции во вторичной обмотке направлены встречно

$$\vec{E}_{21} \uparrow\downarrow \vec{E}_{22}. \tag{8}$$

Определим теперь направление вектора электрической напряженности взаимной индукции $\vec{E}_{12}$ в первичной обмотке, ориентация векторов в которой определяются в виде

$$\frac{\partial \vec{B}_{12}}{\partial t} < 0; \quad \text{rot } \vec{E}_{12} > 0; \ \vec{E}_{12} \uparrow\uparrow \vec{dl}_1. \tag{9}$$

Согласно (4) и (9) индуктированные электрические напряженности самоиндукции и взаимной индукции в первичной обмотке направлены встречно

$$\overleftarrow{E}_{11} \uparrow\downarrow \vec{E}_{12}. \tag{10}$$

При уменьшении первичного тока от I_{1m} до $-I_{1m}$ и вторичного тока от I_{2m} до $-I_{2m}$ знак неравенства в выражениях (4), (5), (7) и (9) меняется на обратный, направления соответствующих векторов меняются на 180° и соотношения (8) и (10) остаются в силе. Это означает, что рассматриваемые $\vec{B}_{12}, \vec{B}_{21}$; $\vec{E}_{11}$, $\vec{E}_{12}$; $\vec{E}_{22}$, $\vec{E}_{21}$ направлены встречно по отношению друг друга независимо от времени и характера нагрузки.

После определения взаимного расположения векторов $\vec{E}_{11}$, $\vec{E}_{12}$; $\vec{E}_{22}$, $\vec{E}_{21}$ согласно (8) и (10), миссия знака «минус Неймана» в уравнении Максвелла (2) исчерпана. Далее, полагая, что положительные направления индуктированных э. д. с. совпадают с направлениями соответствующих электрических напряженностей

$$\vec{e}_{11}\uparrow\uparrow\vec{E}_{11};\ \vec{e}_{22}\uparrow\uparrow\vec{E}_{22};\ \vec{e}_{12}\uparrow\uparrow\vec{F}_{12};\ \vec{n}_{21}\uparrow\uparrow\vec{E}_{21}, \tag{11}$$

составляем уравнения равновесия по второму закону Кирхгофа. При этом учитываем, что положительное направление первичного тока совпадает с положительным направлением приложенного напряжения (от зажима высокого потенциала к зажиму низкого потенциала), которое представляется выбором начала отсчета времени

$$\vec{i}_1\uparrow\uparrow\vec{u}_1, \tag{12}$$

а положительное направление вторичного тока совпадает с положительным направлением индуктированной во вторичной обмотке э. д. с. взаимной индукции (от зажима низкого потенциала к зажиму высокого потенциала)

$$\vec{i}_2\uparrow\uparrow\vec{e}_{21}. \tag{13}$$

Следуя такой естественной, единственно правильной математической трактовке физических явлений, приходим к выражениям (1).

Таким образом, реальным физическим процессам в трансформаторе соответствует математическая модель [4—6], в которой э. д. с. взаимной индукции определяется в виде

$$e_{12}=L_{12}\frac{di_2}{dt};\quad e_{21}=L_{21}\frac{di_1}{dt}. \tag{14}$$

Отрицательный знак взаимной индуктивности является математическим выражением применения правил правоходового винта для тока и его магнитного потока и левоходового винта для производной магнитной индукции и индуктированной ею э. д. с.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 31.5.1985)

ფიზიკა

ა. აბურჯანია

ტრანსფორმატორის ფიზიკური თეორიის საკითხისათვის

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ტრანსფორმატორის რეალურ ფიზიკურ პროცესებს შეესაბამება მათემატიკური მოდელი, რომელშიც ურთიერთინდუქციის ე. მ. ძ. განისაზღვრებიან როგორც $l_{12}=L_{12}\frac{di_2}{dt}$, $l_{21}=L_{21}\frac{di}{dt}$. ურთიერთინდუქციურობის უარყოფითი ნიშანი არის მათემატიკური სიმბოლო დენისა და მისი მაგნიტუ-

რი ნაკადისათვის მარჯვენა ხრახნის წესის, ხოლო მაგნიტური ინდუქციის წარმოებულისა და მის მიერ აღძრული ე. მ. ძ-სათვის — მარცხენა ხრახნის წესის გამოყენებისა.

PHYSICS

A. N. ABURJANIA

TOWARDS THE PHYSICAL THEORY OF TRANSFORMER

Summary

Real physical processes in a transformer are expressed by a mathematical model in which the electromotive force of mutual induction is determined as

$$l_{12} = L_{12} \frac{di_2}{dt}, \ l_{21} = L_{21} \frac{di}{dt}.$$

Negative sign of the mutual induction is a mathematical expression of the application of the laws of a right-threaded screw to current and its magnetic flux and of a left-threaded screw to the derivative of magnetic induction and the induced EMF.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Булгаков. Электричество, № 1, 1984, 64.
2. А. Н. Матвеев. Электричество и магнетизм, М., 1983, 360—365.
3. Э. Х. Ленц. Избранные труды, 1950, 146—157.
4. А. Н. Абурджания. Сообщения АН ГССР, 111, № 1, 1983, 129—132.
5. А. Н. Абурджания, Т. Г. Муселиани, К. А. Котия, Г. А. Никурадзе. Метрология, № 6, 1984, 56—63.
6. А. Н. Абурджания. Сообщения АН ГССР, 116, № 3, 1984, 577—580.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 550.34.01

ГЕОФИЗИКА

Т. Т. ЧЕРГОЛЕИШВИЛИ, А. А. БАЛАБУЕВ

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОХОЖДЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН РЕЛЕЯ ЧЕРЕЗ АНИЗОТРОПНОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 17.5.1984)

Согласно существующим представлениям [1], выше границы Мохоровича породы находятся в хрупком, трещиноватом состоянии. Причем до глубины 5—10 км трещины в основном вертикальны. Они параллельны направлению максимального сжатия и группируются вдоль наблюдаемых выходов близ вертикальных разломов коры на свободную поверхность [2]. Дилатансионные трещины, появляющиеся локально вблизи разломов, обусловливают значительные вариации эффективных упругих модулей, оцениваемых по сейсмоскоростям. Наличие трещин влияет как на скорости волн в горных породах, так и на другие физические параметры [3—5]. Трещины в земной коре залечиваются из-за медленной ползучести и релаксации напряжений, но этому процессу все время противодействует динамика тектонических сил, поддерживающая масштаб трещиноватости, причем неравновесное трещинообразование обуславливает землетрясения.

Процесс трещинообразования в очаге готовящегося землетрясения, из-за негидростатического нагружения, происходит вдоль направления [6], определяемого ориентацией главных осей напряжения, и не зависит от текстурных особенностей горных пород [7]. Среда с системой параллельных трещин является квазитрансверсально изотропной (в дальнейшем именуемой анизотропной). Известно много теоретических работ по сейсмической анизотропии сред с ориентированными системами трещин.

Экспериментальные лабораторные исследования проводились на образцах горных пород [8] и на моделях [9]. Известны мелкомасштабные [10] и крупномасштабные [11] полевые наблюдения сейсмической анизотропии. Задачи лабораторных исследований методом ультразвукового моделирования заключаются в изучении возможностей сейсмических методов применительно к познанию основных черт процесса подготовки и нарушения сплошности сред. Как отмечалось [12], можно изучать прохождение упругих волн в статических моделях, свойства которых, не изменяясь во время эксперимента, отвечают определенным этапам процесса подготовки разрыва.

Аналитическое рассмотрение дифракционных явлений на инородных включениях в твердых телах и при исследовании влияния трещиноватости среды на динамику волн редко удается довести до строгого решения. Отсюда с очевидностью вытекает необходимость и актуальность модельных исследований этих явлений.

Проведенные модельные исследования по прохождению продольных и поперечных волн через область подготовки магистральной трещины [13] и результаты модельных исследований релеевских волн в неоднородных средах [14] наметили задачи дальнейших экспериментов.

В данной работе приводятся результаты изучения некоторых кинематических и динамических особенностей распространения поверхностных волн в среде с анизотропным включением.

Экспериментальная модель представляла собой изотропное цилиндрическое тело (отлитое из сургуча) диаметром $D=440$ мм и высотой $H=250$ мм. В центре модели был внедрен анизотропный цилиндр с осью изотропии, параллельной свободной поверхности (рис. 1). Анизотропный цилиндр был изготовлен из листового плексигласа толщи-

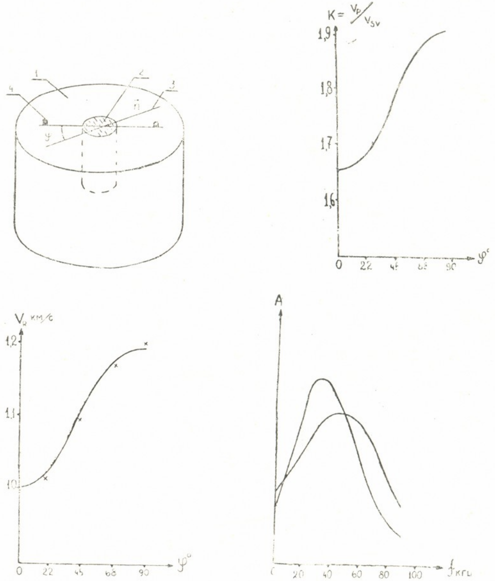


Рис. 1. 1 — Изотропная среда, 2 — анизотропное включение, 3 — ось изотропии, 4 — датчики

ной 2 мм методом послойного склеивания, причем на пластинках заранее наносились цилиндрические углубления ($D=8$ мм, $H=1$ мм), имитирующие трещины. Коэффициент трещиноватости этого цилиндра $\varepsilon=\frac{Ra^3}{V}=0,16$, диаметр $d=70$ мм, высота $h=105$ мм. Использованные нами датчики [15] для регистрации поверхностных волн дали возможность получить хорошую разрешимость волновой картины и точность измерения вступления.

На рис. 2 представлена зависимость отношения скоростей $K=V_p/V_{SV}$ от угла падения φ к системе параллельных трещин для анизотропного цилиндра, рассчитанная по [16]. Имея зависимость $K(\varphi)$ по приближенной формуле

$$V_R=\left[0{,}87+1{,}12\,\frac{k^2-2}{2(k^2-1)}\Big/1+\frac{k^2-2}{2(k^2-1)}\right]V_{SV},$$

можно найти зависимость $V_p(\varphi)$ рис. 3 (сплошная кривая).

Там же даны результаты экспериментов в виде крестиков. Следует отметить, что теория [16] построена на длинноволновом приближении. В наших экспериментах длина волны ($\lambda_R\approx 16$ мм) всего в два раза превышала размеры полостей. Однако совпадение теоретических и экспериментальных данных вполне удовлетворительно.

На рис. 4 представлены амплитудные спектры волн, проходящих поперек ($\varphi=0°$) и вдоль ($\varphi=90°$) ориентации трещин. Смещение A_{max} для волн ($\varphi=0°$) в низкочастотную область объясняется более интенсивным рассеиванием при прохождении высокочастотных составляющих в импульсе.

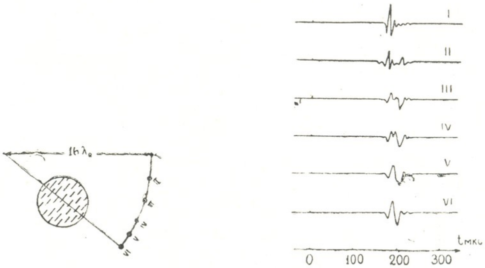


Рис. 2. а — Схема расположения датчиков, б — соответствующие осциллограммы

Известно [12], что трещиноватая область ведет себя как инородное включение. В нашем эксперименте, как отмечалось выше, включение представляло собой анизотропный цилиндр. Волновое сопротивление этого цилиндра меняется в зависимости от φ, соответственно амплитуда дифрагированной волны менялась в разных азимутальных направлениях от A_{min} при $\varphi=90°$ до A_{max} при $\varphi=0°$.

В дальнейшем представляет интерес изучение прохождения, отражения и дифракции поверхностных волн на анизотропное включение в широком диапазоне частот, в частности, диспергирующих поверхностных волн.

Экспериментально полученные результаты подтверждают теоретические расчеты Крампина и дают возможность ими пользоваться не только в длинноволновом, но и в коротковолновом приближении.

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

(Поступило 18.5.1984)

გეოფიზიკა

თ. ჩერგოლეიშვილი, ა. ბალაბუევი

ანიზოტროპულ ჩანართზე გამავალი რელეის ზედაპირული ტალღის ფიზიკური მოდელირების ზოგიერთი შედეგი

რეზიუმე

განხილულია რელეის ზედაპირული ტალღის სიჩქარის დამოკიდებულება ანიზოტროპულ გარემოში გავრცელების მიმართულებაზე. ჩატარებულია გამავალი ტალღების სპექტრალური ანალიზი. შესწავლილია იზოტროპულ გარემოში ანიზოტროპულ ჩანართზე დიფრაგირებული ზედაპირული ტალღა.

ექსპერიმენტულად მიღებული შედეგები ადასტურებენ კრამპინის თეორიულ გამოთვლებს და შესაძლებელს ხდიან მათ გამოყენებას არა მარტო გრძელტალღოვან, არამედ მოკლეტალღოვან მიახლოებაშიც.

GEOPHYSICS

T. T. CHERGOLEISHVILI, A. A. BALABUEV

SOME RESULTS OF PHYSICAL MODELLING OF R SURFACE WAVES PROPAGATION THROUGH ANISOTROPIC INCLUSION

Summary

Theoretical and experimental curves of azimuth dependence of the propagation velocity of R surface waves in anisotropic medium with a quasi-transversal isotropic inclusion are given. Spectral analysis of R waves passing through such inclusion has been carried out and the diffraction of R waves on it studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Дж. Райс. Механика очага землетрясения. М., 1982.
2. С. И. Шерман. Области динамического влияния разломов. Новосибирск, 1983.
3—5. J. B. Walsh. J. Geophys. Res., 70, № 2, 1965.
6. В. И. Мячкин. Процессы подготовки землетрясений. М., 1978.
7. G. Simmons, D. Richter. Physics and Chemistry of Minerals and Rocks., 1976, 105, 137.
8. Nur. G. Simmons. J. Geophys. Res. № 74, 1969.
9. Т. Т. Черголеишвили и др. Сообщения АН ГССР, 112, № 2, 1983.
10. D. Bamford, K. R. Nunn. Geophysical Prospecting, № 27, 1979.
11. Г. В. Егоркина и др. Изв. АН СССР, Физика Земли, № 8, 1977.
12. О. Г. Шамина. Сейсмическое просвечивание очаговых зон. М., 1980.
13. О. Г. Шамина, В. И. Понятовская. Изв. АН СССР, Физика Земли, № 7, 1975.
14. Т. Ш. Гегечкори. Автореферат канд. дисс. М., 1980.
15. П. В. Манджгаладзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1976.
16. S. Crampin. Geophys. J. R. Astron. Soc. № 53, 1978.

ՏᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 550.831

ГЕОФИЗИКА

В. Г. АБАШИДЗЕ, Д. А. КАПАНАДЗЕ, Г. А. НИАУРИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЦЕНУ ДЕЛЕНИЯ ШКАЛЫ КВАРЦЕВЫХ АСТАЗИРОВАННЫХ ГРАВИМЕТРОВ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 14.6.1984)

Современные кварцевые астазированные гравиметры, при помощи которых в настоящее время выполняется большой объем относительных гравиметрических измерений, обладают достаточно высокой чувствительностью. Однако во время полевых работ по разным причинам не удается полностью реализовать ее и производить измерения приращения ускорения свободного падения с высокой точностью. В числе этих причин следует отметить нестабильность цены деления отсчетной шкалы гравиметра, которая может меняться во времени, при изменении температуры, атмосферного давления и других факторов. В данной работе исследуется влияние изменения температуры на цену деления гравиметров ГНУ-К2 и ГНУ-КС.

Наличие зависимости цены деления кварцевых гравиметров от температуры указывается и исследуется многими авторами как в нашей стране, так и за рубежом [1—6]. Однако эта зависимость в каждом гравиметре проявляется своеобразно и поэтому при высокоточных определениях возникает необходимость установления величины этой зависимости для каждого прибора отдельно.

Для определения цены деления отсчетной шкалы кварцевых гравиметров пользуются полевым методом наблюдений на базисных пунктах с известными значениями ускорения свободного падения и лабораторным — методом наклона. Полевой метод эталонирования гравиметров является наиболее надежным в смысле соблюдения строгости требования теории прибора при измерении. Однако характер относительности этого метода приводит к тому, что полученные коэффициенты могут содержать систематические ошибки, величины которых зависят от точности определения эталонной разности ускорения свободного падения. Лабораторное эталонирование методом наклона позволяет с сравнительно высокой точностью определить цену деления гравиметра и, что очень важно, детально исследовать нелинейность отсчетной шкалы.

Для исследования этого вопроса нами проводились эксперименты в термической камере отдела динамики земной коры Института геофизики АН ГССР. Использовалась специальная установка для эталонирования малогабаритных кварцевых гравиметров методом наклона — УЭГП-1 с термостатом ТЭГ, изготавливаемым ОКБ ИФЗ АН СССР [7].

Эталонирование проводилось при постоянных температурах 15, 25 и 30°C. Постоянство температуры поддерживалось двойным термостатом ТЭГ с точностью 0,01°C. Для уверенности при каждом температурном уровне делались не менее 5—6 серий приемов и наблюдение проводилось после суточной отстойки приборов в термической камере и достижения их стабильного режима работы.

Результаты проведенной работы представлены в таблице. В графах 2, 3, 4 даны значения величины цены деления C при разных температурах, в м/с^2 на деление микрометренного винта со среднеквадратической погрешностью определения.

Сводка результатов эталонирования гравиметров при разных температурах

Наименование гравиметров	Цена деления C, $\frac{10^{-5}\ \text{м/с}^2}{\text{деление}}$			ΔC при (15—25)°C	ΔC при (25—35)°C	$\frac{\Delta C_{ср}}{1^0 C}$
	при $t=15$°C	при $t=25$°C	при $t=35$°C			
ГНУ-К2 № 311	$7{,}642 \pm 3 \cdot 10^{-3}$	$7{,}660 \pm 3 \cdot 10^{-3}$	$7{,}687 \pm 3 \cdot 10^{-3}$	0,018	0,027	0,0022
ГНУ-КС № 229	$7{,}830 \pm 3 \cdot 10^{-3}$	$7{,}840 \pm 3 \cdot 10^{-3}$	$7{,}866 \pm 2 \cdot 10^{-3}$	0,010	0,026	0,0017
ГНУ-К2 № 280	$7{,}764 \pm 3 \cdot 10^{-3}$	$7{,}783 \pm 5 \cdot 10^{-3}$	$7{,}793 \pm 5 \cdot 10^{-3}$	0,019	0,010	0,0014
ГНУ-К2 № 160	$10{,}979 \pm 4 \cdot 10^{-3}$	$10{,}996 \pm 2 \cdot 10^{-3}$	$11{,}010 \pm 4 \cdot 10^{-3}$	0,017	0,014	0,0016

Из таблицы видно, что во всех гравиметрах явно прослеживается тенденция роста цены деления с повышением температуры. Величина зависимости цены деления исследуемых гравиметров от температуры довольно высока и равна $(14—22) \cdot 10^{-4}$ на 1°C (см. графы 5, 6, 7). Получается, что при достигнутой нами относительной точности определения цены деления шкалы этих гравиметров, лежащей в пределах $(2—5) \cdot 10^{-4}$, вариация температуры во время измерений не должна превышать первых десятых долей градуса. Это требование труднодостижимо без термостатирования приборов. Хотя в последнее время меры в этом направлении принимаются.

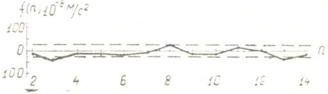


Рис. 1. Графики шкаловых поправок гравиметра ГНУ-К2 № 311. f(n) — величина поправки в м/с^2, n — отсчет по шкале гравиметра в оборотах винта; пунктирная линия — величина погрешности определения шкаловых поправок

Как было отмечено выше, эталонирование гравиметров методом наклона дает возможность проверить линейность отсчетной шкалы. Исходя из полученных нами материалов, следует констатировать, что у исследуемых приборов довольно хорошо соблюдается линейность шкалы во всем диапазоне и все шкаловые поправки лежат в пределах погрешности их определения. Для примера на рис. 1 представлен график шкаловых поправок гравиметра ГНУ-К2 № 311 при температуре 25°С.

Таким образом, эталонирование кварцевых астазированных гравиметров методом наклона с использованием УЭГП-1 проведено с относительной точностью $(2-5)\cdot 10^{-4}$.

Эталонирование этих гравиметров при разных температурах выявило довольно высокую зависимость цены деления от температуры, что следует учитывать при прецизионных измерениях.

У исследуемых гравиметров шкала на всем диапазоне линейна, нелинейность шкаловых поправок лежит в пределах погрешности их определения.

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

(Поступило 14.6.1984)

გეოფიზიკა

ვ. აბაშიძე, დ. კაპანაძე, გ. ნიაური

კვარცის ასტაზირებულ გრავიმეტრების სკალის დანაყოფის ფასზე ტემპერატურის გავლენის გამოკვლევა

რეზიუმე

მოცემულია კვარცის ასტაზირებული გრავიმეტრების დახრის მეთოდით ეტალონირების შედეგები 15, 25, 35°C ტემპერატურაზე. გამოირკვა, რომ ამ ტიპის გრავიმეტრებში საკმაოდ მაღალია ტემპერატურის გავლენა სკალის დანაყოფის ფასზე და ცვალებადობს $(14-22)\cdot 10^{-4}$ 1°C-ზე. გრავიმეტრების სკალა მთელ დიაპაზონში განსაზღვრის ცდომილების ფარგლებში ხაზოვანია.

GEOPHYSICS

V. G. ABASHIDZE, D. A. KAPANADZE, G. A. NIAURI

STUDY OF THE TEMPERATURE EFFECT ON THE VALUES OF DIVISION OF THE SCALE OF ASTATIZED QUARTZ SYSTEM GRAVIMETERS

Summary

The values of division of the scales of astatized quartz system gravimeters were determined at the temperatures of 15, 25 and 35°C by means of the tilt method. A dependence of the values of scale division of the gravimeters studied on temperature variation has been established. Variation of temperature by 1°C changes the value of scale division by $(14\text{-}22).10^{-4}$. The scales of the gravimeters are linear over the entire range and exclusively within the limits of the error of determination.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Г. Абашидзе. Прикладная геофизика. М., 1966.
2. В. Г. Буданов, К. Е. Веселов и др. Прикладная геофизика. М., 1972.
3. Р. Б. Рукавишников. Сб. «Повторные гравиметрические наблюдения». М., 1981.
4. Р. Б. Рукавишников, Л. В. Пущина, Е. А. Теперская. Сб. «Повторные гравиметрические наблюдения», М., 1982.
5. В. Chan. Problemy soucasne gravimetrie. Praha, 1976.
6. D. A. Cutts *et al*. BMR J. of Australian Geology and Geophysics, 5, 1980.
7. К. Я. Козьякова, В. А. Романюк, Р. Б. Рукавишников и др. Эталонирование гравиметров методом наклона. М., 1979.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 550.34

ГЕОФИЗИКА

Р. К. МАХАРАДЗЕ, В. К. ЧИЧИНАДЗЕ, Г. Р. МАХАРАДЗЕ

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ОБРАБОТКИ ЗАПИСЕЙ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. А. Алексидзе 3.9.1984)

Из множества способов определения положения эпицентра и глубины залегания очага землетрясений в практике сейсмологии, при массовой обработке данных, применяются лишь несколько из них: способ засечек [1], способ изохрон [2] в последнее время машинная обработка данных [3].

Для применения этих способов необходимо знание скоростей модели среды в данном регионе, что не всегда известно достаточно хорошо или известно с неодинаковой детальностью для разных участков региона. Поэтому определение положения эпицентра, и, особенно, глубины очага в большинстве случаев производится весьма приближенно, о чем свидетельствуют величины неувязок между теоретически рассчитанными и наблюденными временами пробега.

В предлагаемом способе обработки записей землетрясений, позволяющим определять координаты эпицентра, глубины очага, тип волн и скорости их распространения, требуется, чтобы средние или граничные скорости продольных P, поперечных S или фиктивных $S-P$ волн в ближайшей от гипоцентра области были бы постоянны.

Ниже излагаются основы способа по времени пробега прямых волн. Расчеты и построения ведутся одинаково для прямых P, S, $S-P$ волн. В выражения следует только подставлять соответствующие типу рассматриваемых волн скорости V_p, V_s или V_f и времена пробега t_p, t_s или t_{s-p}.

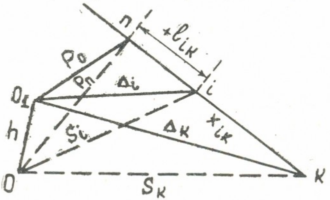


Рис. 1

На рис. 1 приведена схема расположения станций и положение гипоцентра O и эпицентра O_1, S_i, S_k и Δ_i Δ_k—соответственно гипоцентральные и эпицентральные расстояния; X_{ik}—расстояние между станциями i и k.

Линией наблюдения ik назовем линию, проходящую через станции i и k. Опустим перпендикуляр P_h из гипоцентра или P_0 из эпицентра на линию ik, которая пересекает ik в точке n на расстоянии l_{jk} от станции i.

Из рис. 1 имеем

$$P_h^2 = S_i^2 - l_{ik}^2 = S_k^2 - (l_{ik} + X_{ik})^2, \tag{1}$$

$$S_k^2 - S_i^2 = 2\, l_{ik} X_{ik} + X_{ik}^2.$$

С другой стороны,

$$S_k^2 - S_j^2 = \Delta_k^2 - \Delta_i^2 = V^2\,(t_k^2 - t_i^2), \tag{2}$$

$$l_{ik} = \frac{V^2\,(t_k^2 - t_i^2) - X_{ik}^2}{2X_{ik}} = \frac{V^2\,(t_k^2 - t_i^2)}{2\,X_{ik}} - \frac{X_{jk}}{2}. \tag{3}$$

Тогда из (3) следует, что l_{ik} может принимать как отрицательные значения (когда l_{ik} откладывается от станции с меньшим временем по направлению к станции k), так и положительные (когда l_{ik} откладывается от станции i в противоположную сторону).

Таким образом, рассчитав l_{ik} по формуле (3) и проведя перпендикуляр к линии наблюдения ik на расстоянии l_{ik}, получим линию, которая проходит через гипоцентр в плоскости OIK или через эпицентр в плоскости O_1IK.

При известной скорости V распространения волн достаточно иметь времени пробега волн на трех станциях и, построив линии l_{ik} для каждой пары станций, найти местоположение эпицентра в точке пересечения этих линий. Если же V неизвестна, то для нахождения эпицентра необходимо знание времен пробега волн не менее, чем на четырех станциях. Нумерацию станции нужно проводить так, чтобы $t_1 < t_2 < t_3 < t_4$.

Задаваясь несколькими возможными значениями V, рассчитываются значения l_{ik} для каждой пары станций l_{12}, l_{13}, l_{14}, l_{23}, l_{24} и l_{34}.

Затем проводятся т. н. базисные линии, рассчитанные на основе данных первой пары станции. В нашем случае базисными будут линии l_{21}. Эти линии образуют полосу, ширина которой зависит от разности времен вступления волн на базисных станциях, а также пределов изменения V. Проведя далее линии l_{ik} для другой пары станции, (например, l_{31}) и отлагая и соединяя точки пересечения этих базисных линий, рассчитанных при одних и тех же значениях V, получаем т. н. линию возможных эпицентров.

Местоположение эпицентра устанавливается нахождением точки пересечения двух или большего числа линий возможных эпицентров.

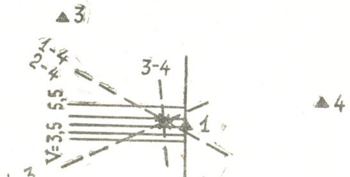


Рис. 2

На рис. 2 иллюстрируются эти построения для четырех станций (пять линий возможных эпицентров 1—3; 1—4; 2—3; 2—4; и 3—4), в точке пересечения которых находится эпицентр. При правильном отождествлении волн и незначительных ошибках в определении времен пробега линии 1—3 и 2—3, а также 1—4 и 2—4 попарно совпадают.

После определения эпицентра опускают перпендикуляры с эпицентра на соответствующие линии наблюдений, измеряют истинные значения l_{ik} и по формуле

$$V=\sqrt{\frac{l_{ik}+\frac{X_{ik}}{2}}{t_k^2-t_i^2}\,2\,X_{ik}} \tag{4}$$

находят истинное значение скорости распространения волн. Измерив Δ_i, от каждой станции глубину очага находим по формуле

$$h=\sqrt{V^2t_i^2-\Delta_i^2}\,. \tag{5}$$

Построив годограф $t_0=f(\Delta_i)$ и определив значение вертикального времени t_B, глубину очага можно рассчитать по формуле. $h=Vt_B$. (6)

Наконец, по построенному годографу $t_i=f(\Delta_i)$ определяются кажущиеся (граничные) скорости волн, а по ним и по формуле годографов устанавливается тип волн, зарегистрированных на станциях.

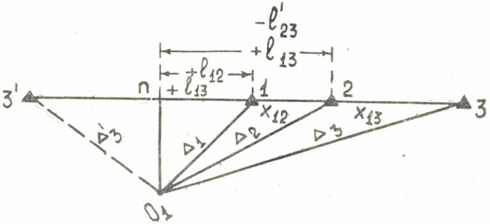


Рис. 3

Если три станции находятся на одной прямой (рис. 3), то линии l_{ik} будут параллельны и необходима четвертая станция, которая в паре со станциями 1, 2 и 3 позволит найти линии возможных эпицентров и, следовательно, установить эпицентр.

С другой стороны, такое расположение станции позволяет легко определять истинные значения скоростей. Из рис. 3, при истинном значении V, $l_{12}=l_{13}$ или же $l_{12}=-l_{13}$ (при расположении 3-ей станции в точке 3′) и $l_{23}=l_{12}+X_{12}$. Это значит, что перпендикуляры, восстановленные на расстояниях $+l_{12}$, $+l_{13}$ и $+l_{23}$ на соответствующих линиях наблюдений сливаются в одну линию $n0_1$, представляющую собой одну из линий возможных эпицентров.

Тогда для истинной скорости получим следующие выражения:

$$V=\sqrt{\frac{X_{13}-X_{12}}{\frac{t_3^2-t_1^2}{X_{13}}-\frac{t_2^2-t_1^2}{X_{12}}}}, \tag{7}$$

$$V=\sqrt{\frac{X_{12}+X_{13}}{\frac{t_3^2-t_2^2}{X_{23}}-\frac{t_2^2-t_1^2}{X_{12}}}}. \tag{8}$$

Определив по (7) или (8), рассчитывают l_{ik} для всех станций попарно подстановкой найденного значения скорости в формуле (3) и на линиях наблюдения строятся перпендикуляры, в точке пересечения которых находится эпицентр.

Для оценки абсолютной погрешности определения l_{ik}, продифференцировав (3), получим

$$\Delta l_{ik} = \frac{\Delta_k^2 - \Delta_i^2}{X_{ik}} \left(\frac{\Delta t}{t_k + t_i} + \frac{\Delta X_{ik}}{2 X_{ik}} \right) + \frac{\Delta X_{ik}}{2}. \tag{9}$$

Для относительных погрешностей определения V и h дифференцированием (4), (5) и (6) получаем

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{2 \Delta t}{t_k + t_i} + \frac{\Delta X_{ik}}{X_{ik}} + \Delta X_{ik} \frac{X_{ik}}{V^2 (t_k^2 - t_L^2)}, \tag{10}$$

$$\frac{\Delta h}{h} = \left(\frac{t_i}{t_B} \right)^2 \left(\frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta t}{t_i} \right) + \left(\frac{t_i^2}{t_B^2} - 1 \right) \frac{\Delta \Delta_i}{\Delta_i}, \tag{11}$$

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta t_B}{t_B}. \tag{12}$$

Предлагаемый способ был апробирован на теоретических моделях. Результаты определения положения эпицентра и величины скорости получились весьма точными (в пределах 10 км при определении эпицентра и около 5% при определении V). Точность определения глубины очага немного ниже (порядка 10% при установлении глубины по годографам и около 25% при вычислении h согласно формуле [4]).

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

(Поступило 6.9.1984)

გეოფიზიკა

რ. მახარაძე, ვ. ჩიჩინაძე, გ. მახარაძე

მიწისძვრების ჩანაწერების დამუშავების ერთი მეთოდის შესახებ

რეზიუმე

შემოთავაზებულია მიწისძვრების ჰიპოცენტრის განსაზღვრის მეთოდი პირდაპირი სეისმური ტალღების საშუალებით. მეთოდი საშუალებას იძლევა ერთდროულად განისაზღვროს სეისმურ სადგურებზე რეგისტრირებული ტალღების გავრცელების სიჩქარეები და მათი ტიპი.

GEOPHYSICS

R. K. MAKHARADZE, V. K. CHICHINADZE, G. R. MAKHARADZE

ON A METHOD OF PROCESSING EARTHQUAKE RECORDS

Summary

A method is presented for determining the position of an earthquake hypocenter by direct seismic waves. It permits simultaneous determination of the propagation velocity and the types of waves recorded at seismic stations.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Тресков. Труды Ин-та земной коры, т. 18. 1964.
2. А. А. Тресков. Геология и геофизика, № 1, 1960.
3. М. А. Алексидзе, Л. Т. Аманаташвили, Е. Л. Барамидзе, О. Д. Гоцадзе, В. Ш. Месхия. Сб. «Алгоритмы и программы определения гипоцентров в сейсмологической практике». М., 1983.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 543.226:546.72/74

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Е. ШВЕЛАШВИЛИ, И. А. БЕШКЕНАДЗЕ, М. В. КАРКАРАШВИЛИ, Д. З. КАЛАНДАРИШВИЛИ

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ТЕРМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗНОЛИГАНДНЫХ КОМПЛЕКСОВ КОБАЛЬТА (II), НИКЕЛЯ (II) И ЖЕЛЕЗА (II)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андроникашвили 7.6.1984)

С целью изучения термической устойчивости и последовательности процессов термолиза проведено термическое исследование некоторых полученных нами соединений [1—4].

Для установления соответствия заключения, сделанного нами на основе термического изучения, действительному составу конечных продуктов термолиза проведено дифференциальное термическое исследование нескольких типичных комплексных соединений: $CoenBHSO_4$, $CoenSalH \cdot SO_4 \cdot H_2O$, $CoenHisH_2(NO_3)_2 2H_2O$, $NienHisH_2(NCS)_2 2H_2O$, $Feen \cdot BHCl_2 2H_2O$. Состав и индивидуальность продуктов термолиза установлены методами микроэлементарного и рентгенофазового анализов. Результаты исследования приведены в табл. 1 и 2.

Из анализа термогравиграммы $Coen_2BHSO_4$ установлено, что при 190°C удаляется одна, а при 250°C — другая молекула этилендиамина. Экзотермический эффект 400°C соответствует разложению молекулы бензоилгидразина (BH). При 530°C начинается и при 840°C наступает полное разложение $CoSO_4$ с образованием CoO, часть которой при 920°C восстанавливается до металлического кобальта. Последователь-

Таблица 1

Результаты химического анализа продуктов термолиза смешанных комплексных соединений

Соединение		T°C	Найдено, %				Вычислено, %			
начальное	предполагаемое		M	C	H	N	M	C	H	N
$Coen_2BHSO_4$	$CoenBHSO_4$	190	16,12	30,97	4,10	16,80	16,72	30,76	4,55	15,94
	$CoBHSO_4$	250	20,84	29,18	2,98	10,98	20,25	28,86	2,74	9,62
$CoenSalHSO_4H_2O$	$CoenSalHSO_4$	120	16,56	—	—	—	16,05	—	—	—
	$CoSalHSO_4$	270	18,86	26,77	2,94	9,04	19,19	27,35	2,60	9,11
$CoenHisH_2(NO_3)_2 2H_2O$	$CoenHisH_2(NO_3)_2$	120	15,14	—	—	—	14,79	—	—	—
	$CoHisH_2(NO_3)_2$	260	17,84	22,06	3,18	21,23	17,43	21,30	2,71	20,71
	$NienHisH_2(NCS)_2$	160	15,86	—	—	—	15,05	—	—	—
$NienHisH_2(NCS)_2 2H_2O$	$NiHisH_2(NCS)_2$	290	18,17	30,86	4,86	30,15	17,79	31,37	5,15	29,70
	$Ni(NCS)_2$	560	34,21	12,91	—	15,74	33,60	13,73	—	16,02
$FeenBHCl_2 2H_2O$	$FeenBHCl_2$	100	17,64	—	—	—	17,33	—	—	—
	$FeBHCl_2$	250	21,96	32,14	3,81	11,04	21,29	31,93	3,04	10,64

Таблица 2

Относительные интенсивности (I) и межплоскостные расстояния (d/n) продуктов термолиза смешанных комплексных соединений при разных температурах

$CoenSalHSO_4HO_2$		$CoenHisH_2(NO_3)_2 \cdot 2H_2O$		$NienHisH_2(NCS)_2 2H_2O$				$FeenBHCl_2 2H_2O$			
Co+CoO 920°C		CoO+Co 920°C		NiS+NiO 680°C		NiO+NiS 800°C		$FeCl_2+Fe_2O_3$ 590°C		$FeO+Fe_2O_3$ 680°C	
d/n Å	I	d/n Å	I	d/n Å	I	d/n Å	I	d/n Å	I	d/n Å	I
5,07	1	5,06	1	2,97	10	3,05	10	5,67	6	3,86	1
4,65	1	3,86	1	2,80	10	2,80	10	3,62	2	3,62	2
3,63	2	3,13	1	2,58	7	2,44	10	2,97	3	2,97	1
2,84	1	2,83	2	2,42	9	2,04	10	2,67	10	2,81	1
2,57	10	2,63	1	2,09	10	1,87	8	2,48	10	2,64	10
2,42	1	2,42	1	1,87	10	1,60	6	2,42	1	2,47	5
2,33	1	2,33	1	1,84	7	1,52	6	2,29	1	2,42	7
2,22	1	2,21	1	1,75	5	1,32	2	2,19	7	2,16	10
2,02	10	2,01	10	1,64	6	0,96	1	1,99	1	1,99	2
1,72	1	1,71	1	1,62	6			1,85	1	1,83	1
1,43	10	1,64	2	1,48	6			1,82	6	1,82	6
1,36	1	1,57	1					1,68	6	1,67	6
1,30	1	1,55	1					1,62	1	1,62	1
1,23	7	1,43	10					1,59	6	1,57	6
1,22	8	1,23	7					1,47	2	1,47	5
1,19	1	1,22	8					1,44	6	1,44	5
1,16	1	1,18	1					1,34	1	1,34	5
1,16	1	1,16	1					1,32	5	1,29	1
1,08	5	1,98	8					1,26	1	1,24	1
1,05	9	1,05	7					1,22	1	1,21	1
1,03	1	1,03	1					1,19	2	1,19	1
1,00	7	0,01	9					1,16	1	1,18	2
0,99	2							1,05	2	1,15	1
								1,04	1	1,13	1
								0,98	1		

ность стадии разложения подтверждается данными элементарного и рентгенофазового анализа продуктов термолиза.

Термическое разложение соединения $CoenSalHSO_4H_2O$ начинается при 120°C с отщеплением молекулы воды, чему соответствует небольшой эндоэффект. При 270°C удаляется молекула этилендиамина. Разложение молекулы салицилгидразина (SalH) с одновременным частичным переходом $CoSO_4$ в CoO происходит при 520°C, чему полностью соответствуют данные рентгенографического анализа продукта термолиза при 520°C. По убыли массы при 920°C конечным продуктом термолиза предполагался Co. Рентгенофазовый анализ указывает на наличие двух фаз — металлического кобальта и окиси кобальта (табл. 2).

Дериватограмма $CoenHisH_2(NO_3)_2 2H_2O$ характеризуется резкими эндо- и экзоэффектами. При 120°C удаляются две молекулы воды. В следующих эффектах происходит удаление молекулы этилендиамина и гистидина ($HisH_2$). Эффекту при 400°C соответствует разложение нитрата кобальта с одновременным образованием смесей окислов Co^{2+} и Co^{3+}, что подтверждается рентгенофазовым анализом. При 920°C, судя по убыли массы, наступает полное разложение с образованием CoO, анализ же дебаеграмм показывает, что конечным продуктом термолиза является CoO с примесью металлического кобальта.

Термограмма $NienHisH_2(NCS)_22H_2O$ имеет сложный характер. Эффект при 160°C сопровождается удалением молекулы воды. Эффект при 240°C не сопровождается уменьшением массы, что, вероятно, связано с расщеплением пятичленного цикла этилендиамина. При 290°C удаляется этилендиамин, при 560°C — молекула гистидина. По убыли массы, при 680°C $Ni(NCS)_2$ разлагается с образованием NiS и конечным продуктом термолиза является (800°C) NiO. Методом рентгенофазового анализа установлено, что при 680°C продуктом термолиза является NiS с незначительной примесью NiO, а при 800°C — NiO с незначительной примесью NiS.

Дегидратация $FeenBHCl_22H_2O$ начинается при 100°C. Эффекту при 250°C соответствует удаление молекулы этилендиамина. При 590°C происходит полное окисление бензоилгидразина. Конечным продуктом термолиза является FeO (700°C). Рентгенофазовым анализом выявлено, что в конечных продуктах термолиза — $FeCl_2$ (при 390°C) и FeO (при 700°C) присутствует незначительная примесь Fe_2O_3.

Из вышеизложенного можно заключить следующее:

1. Термическое разложение соединений во всех случаях протекает ступенчато, по следующей последовательности: а) отщепляются молекулы воды; удаляются: б) этилендиамин, в) органический лиганд BH (SalH, или $NisH_2$), г) в конце термолиза — кислотные остатки.

2. Конечным продуктом термолиза разнолигандных комплексов являются окиси металлов, причем при высоких температурах (910—920°C) в комплексах $CoenSalHSO_4H_2O$ и $CoenHisH_2(NO_3)_22H_2O$ происходит частичное восстановление CoO в металлический кобальт.

3. В случае роданидов никеля после окисления органического лиганда остаток разлагается по схеме $Ni(NCS)_2 \rightarrow NiS \rightarrow NiO$.

4. По термической устойчивости комплексные соединения металлов можно расположить в ряд $Fe < Co < Ni$, что, вероятно, обусловлено электронной конфигурацией металла.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физической и
органической химии
им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 22.6.1984)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

ა. შველაშვილი, ი. ბეშკენაძე, მ. ყარყარაშვილი,
დ. კალანდარიშვილი

კობალტ(II), ნიკელ(II) და რკინის(II)-ის სხვადასხვალიგანდიანი კომპლექსების დიფერენციალურ-თერმული გამოკვლევა

რეზიუმე

დიფერენციალურ-თერმული გამოკვლევების საფუძველზე დადგენილია, რომ კობალტის(II), ნიკელის(II) და რკინის(II) კომპლექსნაერთების თერმოლიზი ყველა შემთხვევაში მიმდინარეობს საფეხურებად: წყდება ა) წყლის მოლეკულები, ბ) ეთილენდიამინი, გ) ორგანული ლიგანდი და დ) თერმოლიზის ბოლოს — მჟავური ნაშთი. კომპლექსნაერთების თერმული მდგრადობა ლითონის მიხედვით იზრდება შემდეგი რიგით: $Fe < Co < Ni$, რაც ალბათ განპირობებულია ლითონთა ელექტრონული კონფიგურაციით.

A. E. SHVELASHVILI, I. A. BESHKENADZE, M. V. KARKARASHVILI, D. Z. KALANDARISHVILI

DIFFERENTIAL AND THERMAL STUDIES OF COBALT (II), NICKEL (II) AND IRON (II) COMPLEXES WITH VARIOUS LIGANDS

Summary

Differential and thermal studies have demonstrated that thermolysis of cobalt (II), nickel (II) and iron (II) complexes in all cases proceeds stepwize: the molecules of water are the first to split off, then ethylene-diamine, followed by the organic ligand BH(SalH or $HisH_2$), and finally, the acidic residue. The thermal stability of the complexes relative to metals increases in the following order: Fe<Co<Ni, which may be due to the electron configuration of the metals.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Е. Швелашвили, И. А. Бешкенадзе, М. В. Каркарашвили. Сообщения АН ГССР, 95, № 1, 1979, 85.
2. И. А. Бешкенадзе, А. Е. Швелашвили, М. В. Каркарашвили. Сообщения АН ГССР, 96, № 2, 1979, 337.
3. И. А. Бешкенадзе. Изв. АН ГССР, сер. хим., 6, № 4, 1980, 377.
4. И. А. Бешкенадзе, М. В. Каркарашвили, А. Е. Швелашвили. Тез. докл. на XIII Всесоюзном Чугаевском совещании по химии координационных соединений. М., 1978, 43.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 541.64; 547.1.128

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. А. АЧЕЛАШВИЛИ, О. В. МУКБАНИАНИ, Н. А. КОЯВА,
Л. М. ХАНАНАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР), Г. И. СТУРУА

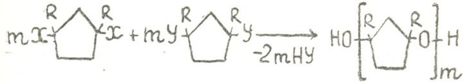
ФЕНИЛЦИКЛОПЕНТАСИЛОКСАНОВЫЕ ОЛИГОМЕРЫ ЦИКЛОЛИНЕЙНОГО СТРОЕНИЯ

Ранее нами сообщалось о синтезе олигоорганосилоксанов цикло-линейного строения с органоциклотетра- и органоциклопентасилоксановыми фрагментами в цепи [1—3].

Однако в литературе мало сведений о синтезе олигоорганосилоксанов с циклопентасилоксановыми фрагментами в цепи [3, 4].

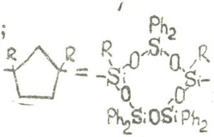
С целью получения циклолинейных олигомеров с органоциклопентасилоксановыми фрагментами в цепи нами исследованы реакция гомофункциональной конденсации 1,5-дигидрокси-1,5-диорганогексафенилциклопентасилоксанов, а также гетерофункциональная конденсация (ГФК) указанных дигидроксисодержащих циклов с 1,5-дихлор-(диамино)-1,5-диметил(дифенил)гексафенилциклопентасилоксанами.

Общая схема протекания указанных реакций может быть представлена следующим образом:



где $X = OH$; $Y = Cl$; NH_2;

$R = Me, Ph, ClC_6H_4$; $m = 5 \div 15$.

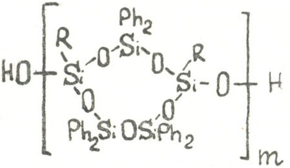


Исходные 1,5-дихлор- и 1,5-дигидрокси-1,5-диорганогексафенилциклопентасилоксаны получены нами ранее по методике [5], а 1,5-диамино-1,5-диорганогексафенилциклопентасилоксаны — по методике [6].

Гомофункциональную конденсацию проводили в различных растворителях при 60%-ном разбавлении циклов и температуре кипения растворителей как в присутствии активированного угля, так и без него, а ГФК осуществляли как в 60%-ном растворе толуола, так и в блоке. При проведении ГФК в блоке на первой стадии реакционную смесь нагревали при 80—100°С до образования гомогенной смеси, а затем реакцию завершали при 100—120°С в вакууме. Причем при проведении ГФК с дихлорпроизводными циклопентасилоксанов реакцию проводили в присутствии пиридина.

Синтезированные олигомеры представляют собой твердые или очень вязкие желтовато-серые вещества, хорошо растворимые в органических растворителях. Условия их получения, выход и некоторые свойства приведены в таблице.

Физико-химические данные продуктов гомофункциональной поликонденсации 1,5-дигидрокси-1,5-диорганогексафенилциклопентасилоксанов:



№	R	Раствори-тель	$C_{акт}$ %	$T_{размягч}$ °C	$M_{масса}$		OH%		m
					Найд.	Выч.	Найд.	Выч.	
I	Me	Толуол	—	55—59	3520	3658	1,04	0,93	5
II	Ph	Толуол	—	65—68	3400	3426	1,06	0,99	4
III	Me	п-Ксилол	—	60—64	4980	5114	0,72	0,66	7
IV	Ph	п-Ксилол	—	67—70	5030	5130	0,74	0,66	6
V	ClC_6H_4	Толуол	—	———	2675	2781	1,28	1,22	3
VI	ClC_6H_4	Толуол	7	36—41	6380	6465	0,61	0,53	7
VII	Me	Толуол	7	69—73	8600	8736	0,44	0,39	12
VIII	Ph	Толуол	7	75—78	9321	9390	0,40	0,36	11
IX	Me	Толуол	15	72—78	1100	10920	0,26	0,31	15
X	Ph	Толуол	15	76—82	11690	11946	0,36	0,28	14
XI*	Me	Толуол	—	67—70	8000	8026	0,35	0,42	11
XII*	Ph	Толуол	—	70—75	8450	8538	0,48	0,40	10
XIII*	Me	В блоке	—	70—74	8621	8736	0,46	0,39	12
XIV*	Ph	В блоке	—	72—78	8344	8538	0,45	0,40	10

* Синтез олигомеров XI—XIV осуществлен методом ГФК.

Как видно из данных таблицы, при проведении как гомо-, так и гетерофункциональной конденсации в одинаковых условиях степень конденсации у олигомеров, полученных методом ГФК, выше (олигомеры XI и XII), чем у олигомеров, полученных методом гомофункциональной конденсации (олигомеры I и II). Однако следует отметить, что при использовании вместо толуола более высококипящего растворителя (п-ксилола) и применении в качестве катализатора активированного угля в реакции гомофункциональной конденсации увеличивается степень конденсации олигомеров.

Интересно отметить, что на глубину гомофункциональной конденсации влияет и объем цикла. Так, сравнение степени конденсации олигомеров с циклопентасилоксановыми фрагментами со степенями конденсации олигомеров с циклотетра-[1] и циклогексасилоксановыми [7] фрагментами показывает, что олигомеры с циклопентасилоксановыми фрагментами в цепи занимают промежуточное положение.

В ИК-спектрах олигомеров с циклопентасилоксановыми фрагментами в области асимметричных валентных колебаний Si—O—Si-связей наблюдаются полосы поглощения с максимумом при 2060 $см^{-1}$, а также полосы поглощения при 1275 и 1435 см$^{-1}$, характерные для Si—Me- и Si—Ph-связей соответственно.

Проведен сравнительный термогравиметрический анализ олигомеров с циклотетра-, пента- и -гексасилоксановыми фрагментами в цепи. На рис. 1 представлены термогравиметрические кривые олигомеров, показывающие, что олигомеры с фенилциклопентасилоксановыми фрагментами по термостойкости занимают промежуточное положение. 5%-ные потери массы у всех олигомеров имеют место при

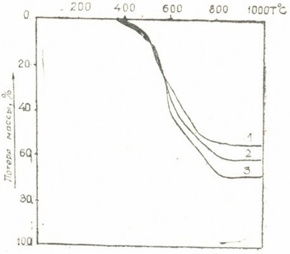


Рис. 1. Термогравиметрические кривые олигомеров циклолинейного строения: 1 — для олигомера с гексафенилциклотетрасилоксановыми фрагментами (m=14); 2 — для олигомера с октафенилциклопентасилоксановыми фрагментами в цепи (m=14); 3 — для олигомера с декафенилциклогексасилоксановыми фрагментами в цепи (m=10) (скорость нагрева V=5 град/мин)

450°С, а конечные потери массы составляют для олигомера с циклопентасилоксановыми фрагментами 62%, в то время как для олигомера с циклотетрасилоксановыми фрагментами — 56%, а для олигомера с циклогексасилоксановыми фрагментами — 68%.

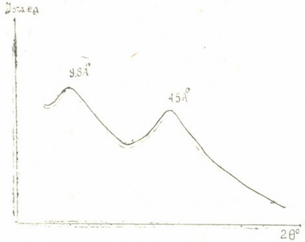


Рис. 2. Дифрактограмма для олигомера XII

Проведены также рентгенографические исследования полученных олигомеров. Из рис. 2 следует, что межплоскостное расстояние для подобных олигомеров близко к межплоскостному расстоянию олигомеров с органоциклогексасилоксановыми фрагментами в цепи и составляет 9,8 Å.

Таким образом, нами впервые получены олигомеры с органоциклопентасилоксановыми фрагментами в цепи и исследованы их свойства.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 2.11.1985)

ორგანული ქიმია

ვ. აჩელაშვილი, ო. მუკბანიანი, ნ. ქოიავა, ლ. ხანანაშვილი
(საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), გ. სტურუა

ციკლოხაზობრივი აგებულების ფენილციკლოპენტასილოქსანური ოლიგომერები

რეზიუმე

შესწავლილია 1,5-დიჰიდროქსი-1,5-დიმეთილ(დიფენილ)-ჰექსაფენილციკლოპენტასილოქსანის ჰომოფუნქციონალური კონდენსაციის რეაქციები და ჰეტეროფუნქციონალური კონდენსაციის რეაქციები 1,5-დიჰიდროქსი-1,5-დიმეთილ(დიფენილ)ჰექსაფენილციკლოპენტასილოქსანისა 1,5-დიამინო(დიჰიდროქსი)-1,5-დიმეთილ(დიფენილ)ჰექსაფენილციკლოპენტასილოქსანთან. სინთეზირებულ იქნა ციკლოხაზობრივი ოლიგომერები. ჩატარებულია მიღებული ოლიგომერების რენტგენოგრაფიული და თერმოგრავიმეტრიული ანალიზი.

ORGANIC CHEMISTRY

V. A. ACHELASHVILI, O. V. MUKBANIANI, N. A. KOIAVA,
L. M. KHANANASHVILI, G. I. STURUA

PHENYLCYCLOPENTASILOXANE OLIGOMERS WITH BEADLIKE STRUCTURE

Summary

The authors have studied the reaction of homofunctional polycondensation of 1,5-dihydroxy-1, 5-dimethyl (diphenyl) hexaphenylcyclopentasiloxanes, and heterofunctional condensation of 1,5-dimethyl(diphenyl) hexaphenylcyclopentasiloxanes, in different solvents both over the catalyst (activated carbon) and without it; as a result, phenylcyclopentasiloxane oligomers with beadlike structure have been obtained. The synthesized oligomers were studied thermogravimetrically and roentgenographically.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. L. M. Khananashvili, O. V. Mukbaniani. Macromol. Chem. Phys. Suppl. № 6, 1984, 77-91.
2. O. V. Mukbaniani *et al.* 6th International Symposium of Organosilicon Chemistry Abstr. of papers. 1981. Budapest, 62-63.
3. N. A. Koiava *et al.* 7th International Symposium of Organosilicon Chemistry, Kyoto. Japan, 1984, 162-163.
4. Н. А. Коява. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1983, 82—85.
5. Н. А. Коява, О. В. Мукбаниани, Л. М. Хананашвили. ЖОХ, 51, № 1, 1981, 130—134.
6. N. A. Koiava *et al.* 27th International Symposium on Macromolecules. 1981. Strasbourg. 18-21.
7. О. В. Мукбаниани, В. А. Ачелашвили, С. М. Меладзе, Н. А. Коява, Л. М. Хананашвили, Г. И. Стуруа. Сообщения АН ГССР, 122, № 1, 1985.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲘ, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 541.127

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. С. БЕЗАРАШВИЛИ, Т. В. КОКОЧАШВИЛИ, З. Г. ДЗОЦЕНИДЗЕ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ СМЕСЕЙ «$2CO+O_2+X\%$ HCl» НА ЭВМ

(Представлено академиком Г. В. Цицишвили 17.5.1984)

В последнее время для изучения глубокого механизма реакций горения все более широко используется метод математического моделирования. Применение данного метода означает построение математической модели, которая отражает молекулярный механизм реакции, а также ее реализацию на ЭВМ. Моделирование процессов горения водорода, метана, окиси углерода, гидразина, а также ряда других реакций воспламенения, проводимое с помощью ЭВМ [1—5] в целом приводит к удовлетворительному согласию между экспериментальными и соответствующими расчетными данными. Математическое моделирование воспламенения смеси CO с O_2 в присутствии малых добавок HCl было выполнено впервые в настоящей работе.

В последнее время для интегрирования кинетических уравнений и изучения кинетических особенностей различных реакций все более широкое применение находят ЭВМ. Рассчитываемыми величинами являются скорости реакций, концентрации исходных и промежуточных веществ и продуктов процесса, период индукции и пределы воспламенения разветвленно-цепных химических реакций и т. д. [6]. Суть подобных расчетов заключается в создании математической модели, которая более или менее адекватно описывает поведение изучаемой системы.

Следует отметить, что создание математической модели требует знания детального механизма реакции, точных значений констант скорости элементарных реакций, физических характеристик системы и т. п. В настоящее время эти требования могут быть удовлетворены лишь частично. Тем не менее, использование ЭВМ для моделирования химических процессов имеет большое значение, поскольку оно может дать объективные методы сравнения теории с экспериментом [7]. С такой целью и было предпринято нами математическое моделирование процесса самовоспламенения смеси $2CO+O_2+x\%HCl$ на ЭВМ.

Как известно, механизм горения смесей CO с O_2 в присутствии малых добавок водородсодержащих веществ (в данном случае HCl) вблизи нижнего предела воспламенения в хорошем приближении можно представить следующей схемой [8]:

зарождение цепей (0)

$$OH + CO \rightarrow CO_2 + H \quad (1)$$

$$H + O_2 \rightarrow OH + 0 \quad (2)$$

$$0 + HCl \rightarrow OH + Cl \quad (3)$$

$$H + \text{стенка} \rightarrow \text{обрыв} \quad (4)$$

$$0 + \text{стенка} \rightarrow \text{обрыв} \quad (5)$$

$$H + HCl \rightarrow H_2 + Cl \quad (6)$$

В качестве начальной стадии нами было принято гетерогенное разложение молекул HCl на стенках реакционного сосуда:

$$HCl + \text{стенка} \rightarrow H + Cl \quad (0)$$

Так как атомы хлора могут легко вступить в реакцию с молекулярным водородом, а также в реакцию гибели, то в общую схему процесса были включены соответствующие стадии. Была принята во внимание также реакция гидроксильных радикалов с HCl

$$Cl + H_2 \rightarrow HCl + H \ (7) \ Cl \rightarrow \text{гибель} \ (8) \ OH + HCl \rightarrow H_2O + Cl.$$

Ниже приведены выражения для констант скорости реакций (0)—(9), заимствованные из литературных источников. Значение K_0 было принято с таким расчетом, чтобы скорость стадии (0) была равна скорости зарождения цепей при воспламенении гремучей смеси. Было принято также протекание гетерогенной гибели атомов водорода и кислорода — в диффузионной области. При этом, $D^0_H = 1{,}3$ см²/С, а $D^0_0 = 0{,}3$ см²/С. Диаметр реактора $d = 5{,}2$ см.

$k_0 = 0{,}1 \ (C^{-1})$,

$k_1 = 3{,}89 \cdot 10^{11} \exp(-408/T)$ см³ (моль·с),

$k_2 = 1{,}55 \cdot 10^{14} \exp(-8420/T)$ см³ (моль·с),

$k_3 = 2{,}29 \cdot 10^{11} \cdot T^{0,64} \exp(-453/T)$ см³ (моль·с),

$k_4 = (23{,}2/d^2) \cdot D^0_H \cdot (760/273^{1,5}) \ (T^{1,5}/P) \cdot c^{-1}$,

$k_5 = (23{,}2/d^2) \cdot D^0_0 \ (760/P) \ (T/273)^{1,5} \ c^{-1}$,

$k_6 = 3{,}98 \cdot 10^{13} \exp(-2265/T)$ см³/(моль·с),

$k_7 = 7{,}94 \cdot 10^{13} \exp(-2768/T)$ см³/(моль·с),

$k_9 = 10^{11} \cdot T^{0,5} \exp(-3020/T)$ см²/(моль·с).

Рассматриваемая нами задача математически заключается в решении системы дифференциальных уравнений первого порядка с соответствующими начальными условиями (задача Коши [9]):

$$\frac{dx_i}{dt} = f_i, \ i = 1, 2 \ldots 8 \ \text{при} \ t = 0, \ x_i = x_i^0, \quad (10)$$

где f_i — скорость накопления, а x_i — концентрация компонента i. Для системы уравнений (10) была составлена соответствующая неявная разностная схема

$$\frac{(x_i)_{m+1} - (x_i)_m}{h} = (f_i)_{m+1}, \quad (11)$$

где m отвечает нумерации счетных точек на оси t, а $h \ (\equiv \Delta t)$ представляет собой шаг интегрирования.

После алгебраических преобразований для решения разностной схемы (11) был использован метод Рунге—Кутта четвертого порядка [10]. Параметры f_i рассчитывались на основе линейной комбинации скоростей стадий (0)—(9).

Вышеописанная методика решения системы дифференциальных уравнений была реализована на ЭВМ «БЭСМ-6» с помощью программы «ALFA», составленной на алгоритмическом языке «Фортран-IV». С помощью подпрограммы «FVN» вычислялись скорости элементарных стадий (0)—(9), а также скорости накопления компонентов системы. При $h=10^{-4}$ (с) время решения одного варианта задачи составляло 2 мин.

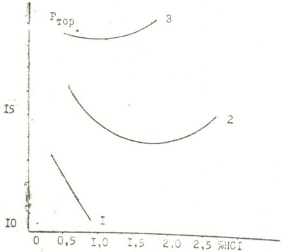


Рис. 1. Зависимость нижнего предела воспламенения смеси $2\,CO+O_2+x\%$ HCl от содержания HCl при $T=923$ K, рассчитанная на ЭВМ:
1. $K_г=0{,}05$ с$^{-1}$, 2. $K_г=0{,}5$ с$^{-1}$, 3. $K_г==5{,}0$ с$^{-1}$

Результаты моделирования — зависимость нижнего предела воспламенения смесей $2CO+O_2+x\%$ HCl от $x\%$ HCl при $T=923$ K представлены на рисунке. За предельную принималась такая смесь, в которой величина глубины выгорания (η) достигала 0,05. Параметр η вычислялся по известной формуле [11]

$$\eta=\frac{[O_2]_0-[O_2]}{[O_2]_0}. \tag{12}$$

Кривая 1 на рисунке соответствует случаю, когда $k_8=0$. Видно, что в таких условиях предел быстро понижается с увеличением процентного содержания HCl в смеси.

Кривые 2 и 3 получены при допущении, что $k_8=0{,}5$ с$^{-1}$ и $k_8=5$ с$^{-1}$ соответственно. Эти кривые проходят через минимум при $x\%$HCl$\sim1{,}9$ и $x\%$ HCl$\sim1{,}0$. В наилучшем согласии с экспериментальными данными при $T=923$ K находится кривая 2.

Соответствующее значение для K_8 может быть объяснено либо протеканием гетерогенной гибели атомов Cl на стенках реактора в кинетической области, либо газофазной реакцией гибели этих атомов:

$$Cl+O_2\xrightarrow{M}ClO_2, \tag{13}$$

т. е. $k_8=k_{13}[O_2][M]$.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 31.5.1984)

ფიზიკური ქიმია

გ. ბეჟარაშვილი, თ. კოკოჩაშვილი, ზ. ძოწენიძე

„$2\,CO+O_2+x\%$ HCl"-ის ნარევების აალების მოდელირება ე ბ მ-ზე

რეზიუმე

ჩატარებულია „$2CO+O_2+x\%$HCl"-ის ნარევების აალების მოდელირება ე ბ მ-ზე. ექსპერიმენტულ მონაცემებთან კარგ თანხმობაშია მრუდი 2. მიღე-

ბული შედეგების ახსნა შეიძლება ქლორის ატომების დაღუპვით რეაქტორის კედლებზე კინეტიკურ არეში, ანდა მათი დაღუპვით გაზურ ფაზაში $Cl+O_2 \xrightarrow{M} ClO_2$ რეაქციის შედეგად.

PHYSICAL CHEMISTRY

G. S, BEZARASHVILI, T. V. KOKOCHASHVILI, Z. G. DZOTSENIDZE

SIMULATION OF THE IGNITION OF "$2CO+O_2+x\%HCL$" MIXTURES

Summary

The ignition of "$2CO+O_2+x\%$ HCl" mixtures has been simulated with an electronic computer. Good agreement was found between the experimental data and theoretical curve № 2. The results obtained can be accounted for by the loss of Cl-atoms either on the walls of the reactor or in the gaseous phase.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. D. D. Spalding *et al*. Combustion and Flame, 17, № 1, 1971.
2. L. D. Smoot *et al*. Combustion and Flame, 26, № 3, 1976.
3. А. А. Борисов и др. Кинетика и катализ, 20, вып. 6, 1979.
4. К. Джонсон. Численные методы в химии. М., 1983.
5. В. И. Димитров. Простая кинетика. Новосибирск, 1982.
6. В. Н. Кондратьев. Определение констант скорости газофазных реакций. М., 1975, 95.
7. В. Н. Кондратьев, Е. Е. Никитин. Кинетика и механизм газофазных реакций. М., 1979, 499.
8. В. В. Азатян. Сб. «Материалы совещания по механизму ингибирования цепных газовых реакций». Алма-Ата, 1971, 22—31.
9. А. А. Самарский, Е. С. Николаев. Методы решения сеточных уравнений. М., 1978, 33.
10. Г. Корн, Т. Корн. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М., 1978, 702.
11. Н. Н. Семенов. О некоторых проблемах химической кинетики и реакционной способности. М., 1958, 504.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 66.094

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Р. Г. ДУНДУА, Т. П. ГЕЛЕЙШВИЛИ, Л. Ш. ЧОЧИА, Н. И. МИРОТАДЗЕ

КИНЕТИКА РАСТВОРЕНИЯ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КЕКОВ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ХАЛЬКОПИРИТНОГО КОНЦЕНТРАТА МАДНЕУЛЬСКОГО ГОК

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Н. Джапаридзе 17.5.1984)

Железистые кеки переработки маднеульского халькопиритного концентрата представляют собой твердые отходы совместного окислительного выщелачивания халькопиритного и чиатурского марганцевого окисного флотоконцентратов, осуществляемого в автоклаве при температуре 170—175°C. Основным составляющим кеков является гематит; содержатся также гипс, кварц, невыщелоченные сульфиды меди и благородные металлы. Наличие таких компонентов, как Cu, Au, Ag, обусловливает вызываемый ими интерес [1, 2]. Однако присутствие в большом количестве тонкодисперсного гематита затрудняет извлечение ценных компонентов с приемлемыми техноэкономическими показателями.

Один из возможных вариантов переработки кеков — это сернокислотное выщелачивание окиси железа с последующим извлечением указанных металлов из полученных осадков.

Изучение кинетики растворения в сернокислых растворах гематита, содержащегося в железистых кеках, проводили со средней пробой (Fe_2O_3—49,9%, SiO_2—26,2%, $BaSO_4$—5,3%, CaO—1,6%, $Fe_{сульфид}$—3,7%, MnO—0,3%, $S_{общ}$—6,2%, Cu—1,1%, Au—10,7 г/т, Ag—43,4 г/т) на лабораторной установке, состоящей из реакционного сосуда емкостью 2 л, контактного термометра с электронагревателем и терморегулятором и электродвигателя с редуктором, приводящего в движение вал с четырехлопастной мешалкой.

Температуру растворения поддерживали с точностью ± 1°C. Частоту вращения мешалки проверяли стробоскопическим методом. Выбираемый гидродинамический режим растворения оценивали модифицированным критерием Рейнольдса $Re_м = nd^2/\nu$, где n — частота вращения мешалки, об/с; d — диаметр мешалки, м; ν — динамическая вязкость среды, м²/с. С целью предотвращения закручивания жидкости в реакционном сосуде закрепляли фарфоровые пластинки. Объем раствора поддерживали постоянным. Навески кека брали в количестве 10—15 г, что позволило элиминировать разброс начальных точек, вызываемый случайными ошибками при экспериментировании. Примеси, представленные в кеке в виде сульфидов, кварца и гипса, в наблюдаемом промежутке времени химическим превращениям не подвергались.

Скорость растворения кека контролировали по изменению концентрации Fe (III). Наблюдаемую константу скорости процесса $K_э$ определяли с применением уравнения «закона кубического корня» $m_\tau^{1/3} = m_0^{1/3} - k_э\tau$, где $m\tau$ и m_0 — текущая и начальная массы активного вещества ($Fe_2O_3 \cdot nH_2O$) в кеке, кг [3]. Для перевода константы скорости $K_э$ в сопоставимые условия использовали уравнение $K_{ср} = K_э \cdot 0{,}000125/S$, где $K_{ср}$ — сравнительная наблюдаемая константа скорости, м/с; S — поверхность реакции, м². Так как растворение дисперсного материала сопровождается изменением поверхности реакции, наблюдения вели по принципу начальных скоростей; при этом за 1—1,5 ч растворялось 0,1—0,2 г гематита, что соответствовало уменьшению поверхности на 1—2,5%. В расчетах этим пренебрегали и определения констант скорости производили по начальным величинам S_0, принимая ее постоянной.

В согласии с теорией подобия [4], зависимость скорости химических процессов от основных определяющих факторов выражается уравнением

$$\frac{dm}{d\tau} = \pm AVf\,(C_1^a C_2^b \exp\,[-1000\,E/RT]\,\mathrm{Re}^m S^p), \tag{1}$$

где А,a,в,m,p — эмпирические коэффициенты; V — полезный объем реактора, м³; C_1 и C_2 — концентрации реагентов, кмоль/м³; E — наблюдаемая энергия активации, кДж/моль; R — универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·град); S — поверхность реакции, м². Эта зависимость позволяет обобщить экспериментальные данные простыми графическими методами, предусматривающими существование частной физико-химической зависимости скорости массопередачи лишь от одного определяющего фактора. Соответственно кинетические исследования по растворению железистых кеков были проведены в условиях постоянства таких факторов, как интенсивность перемешивания раствора, температура и концентрация серной кислоты. Условия опытов и полученные результаты систематизированы в таблице.

Условия и результаты определений констант скорости растворения гематита

Т, К	$C_{H_2SO_4}$, кмоль/м³	Re	V·10³, м³	S_0, м²	Константы скорости раств. $K_э \times 10^7$, с⁻¹	$K_{ср} \times 10^{11}$, м·с⁻¹	$K_{общ} \times 10^3$, м·с⁻¹
298	0,3	10280	0,80	1,25	1,23	1,24	5,84
298	0,3	52480	0,80	1,24	1,24	1,25	6,29
298	0,3	60560	0,78	1,24	1,24	1,25	5,50
298	0,3	52480	0,83	1,23	1,07	1,08	5,45
323	0,3	52480	0,78	0,90	10,53	14,60	6,20
323	0,3	52480	0,82	1,23	6,55	6,65	7,37
343	0,3	52480	0,80	0,87	16,35	23,5	9,26
343	0,3	52480	0,80	1,20	12,83	13,36	5,25
363	0,3	52480	0,82	1,18	33,67	35,66	5,59
363	0,3	52480	0,80	0,84	27,8	41,37	6,50
298	0,16	52480	0,79	0,91	0,46	0,63	4,80
298	0,75	52480	0,80	1,24	1,68	1,69	4,57
298	1,22	52480	0,80	1,24	2,27	2,28	4,59
298	1,88	52480	0,80	1,24	3,32	3,34	4,95

Обработка этих данных позволяет сделать следующие выводы.

В условиях умеренно развитой турбулентности, в диапазоне критерия Рейнольдса 10280—60560, наблюдается независимость скорости растворения от интенсивности перемешивания.

Экспериментальные данные по влиянию температуры показаны на рис. 1. Зависимость константы скорости растворения от температуры выражается уравнением

$$K_{\text{ср}} = A_1 \exp\,[-47645/RT] = 0{,}021\ \exp\,[-5730/T],$$

где 47645—наблюдаемая энергия активации, Дж/моль.

Влияние концентрации серной кислоты исследовали в интервале 0,15—1,9 М H_2SO_4 (рис. 2). В наблюдаемых условиях скорость растворения кеков линейно увеличивается с ростом кислотности реакционной среды (рис. 3). Зависимость константы скорости растворения от концентрации серной кислоты может быть апроксимирована степенной функцией типа $K_{ср}=A_2C_{H_2SO_4}$, где A_2 — коэффициент пропорциональности, зависящий от других условий выщелачивания; $C_{H_2SO_4}$ — наблюдаемая концентрация свободной серной кислоты; n — порядок реакции по серной кислоте. Эмпирическое уравнение имеет вид

$$K_{ср}=1,8\times10^{-10}\,C^{0,66}_{H_2SO_4}\,.$$

Независимость скорости процесса от интенсивности перемешивания, высокое температурное ускорение (энергия активации E=47 кДж/моль) и дробный порядок по серной кислоте позволяют счи-

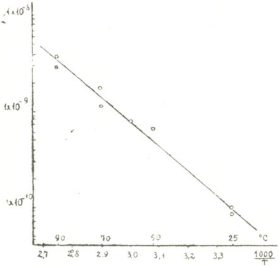


Рис. 1. Зависимость константы скорости реакции растворения гематита в сернокислых растворах от температуры при 0,3 М H_2SO_4 и Re=5480

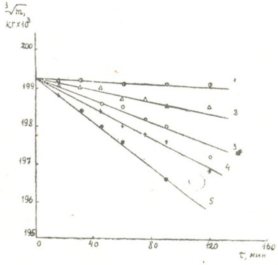


Рис. 2. Изменение массы окиси железа при 25°C и Re=52480 в зависимости от концентрации серной кислоты. $C_{H_2SO_4}$, кмоль/м³; 1 — 0,15; 2—0,3; 3—0,76; 4—1,22; 5—1,88

тать протекание растворения гематита в сернокислых растворах контролируемым скоростью химической реакции. Наблюдаемый порядок

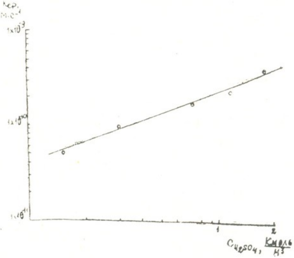


Рис. 3. Зависимость константы скорости растворения гематита серной кислотой от концентрации H_2SO_4 при 25°C и Re=52480

реакции по серной кислоте (n=0,66) формально соответствует гипотетическому механизму растворения гематита по схеме

$$Fe_2O_3 + 3H_2O \rightarrow 2Fe(OH)_3,$$

$$2Fe(OH)_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2Fe^{3+} + 3SO_4^{2-} + 6H_2O.$$

В согласии с полученными экспериментальными данными общее кинетическое уравнение процесса соответственно (1) имеет вид

$$\frac{dm}{d\tau} = \frac{dQ_a}{d\tau} = 5{,}53 \times 10^{-3} \times C_{\mathrm{H_2SO_4}}^{0{,}66} \exp\left[-5730/T\right] SC_{\mathrm{Fe^{3+}}},$$

где Q — количество железистого кека, кг; a — доля гематита в кеке; 5,53 — средняя величина коэффициента; размерность $C_{\mathrm{H_2SO_4}}$ и $C_{\mathrm{Fe^{3+}}}$ принята равной кмоль/м^3 и кг-ион/м^3 соответственно.

Таким образом, выщелачивание железистого кека раствором серной кислоты может быть охарактеризовано скоростью растворения содержащегося в нем гематита, протекающего в кинетической области и характеризующегося кинетическим уравнением дробного порядка при постоянной температуре и кислотности раствора.

Кавказский институт
минерального сырья
им. А. А. Твалчрелидзе

(Поступило 25.5.1984)

ქიმიური ტექნოლოგია

რ. დუნდუა, თ. გელეიშვილი, ლ. ჩოჩია, ნ. მიროტაძე

მადნეულის ს გ კ ქალკოპირიტული კონცენტრატის ჰიდრომეტალურგიული გადამუშავების შედეგად მიღებული რკინიანი კეკების გახსნის კინეტიკა

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ რკინიანი კეკების გამოტუტვა გოგირდმჟავას ხსნარით შეიძლება განისაზღვროს მასში შემავალი ჰემატიტის გახსნის სიჩქარით. დადგენილია, რომ ჰემატიტის გახსნა გოგირდმჟავათი მიმდინარეობს კინეტიკურ არეში.

CHEMICAL TECHNOLOGY

R. G. DUNDUA, T. P. GELEISHVILI, L. Sh. CHOCHIA, N. I. MIROTADZE

KINETICS OF DISSOLUTION OF FERROUS CAKES OF HYDROMETALLURGICALLY PROCESSED CHALCOPYRITE CONCENTRATE OF THE MADNEULI MINING AND CONCENTRATION PLANT

Summary

It is shown that the degree of leaching of ferrous cakes with sulphuric acid solution can be characterised by the dissolution rate of the contained hematite. The dissolution of hematite by sulphuric acid proceeds in the kinetic region at constant temperature and acidity of solution, being describable by an equation of fractional order.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Н. Гаприндашвили, Р. П. Гогоришвили, Р. Д. Чагелишвили. Изв. АН ГССР, сер. хим., 1, № 3, 1975, 294—296.
2. В. Н. Гаприндашвили, А. К. Орлов, И. Н. Пискунов, Р. Д. Чагелишвили. А. с. № 711132. Бюлл. № 2, 1979.
3. Г. Н. Доброхотов. Процессы и аппараты гидрометаллургических производств. Л., 1978.
4. А. Г. Касаткин. Основные процессы и аппараты химической технологии. М., 1961.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 615.9

ФАРМАКОХИМИЯ

Н. М. ИОВАШВИЛИ, Ш. И. ГЛОНТИ, Н. И. ЛЕКИШВИЛИ

ВЫРАБОТКА МЕТОДА ИДЕНТИФИКАЦИИ БЕМЕГРИДА ПРИ СУДЕБНО-ХИМИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 27.4.1984)

Бемегрид является аналитическим средством. При передозировке могут наблюдаться побочные явления.

Несмотря на то, что бемегрид с успехом применяется в медицине, пока что нет метода его судебно-химического исследования в биоматериале.

При необходимости судебно-химической экспертизы бемегрида судебный химик может оказаться в затруднительном положении и поэтому мы решили восполнить этот пробел.

На основании способности бемегрида растворяться в разных растворителях по-разному (с учетом реакции среды), мы выработали метод изолирования бемегрида из биоматериала и очистки его от примесей.

Объект биологического характера измельчали, подщелачивали 10%-ным раствором карбоната натрия, прибавляли 5-кратный объем дистиллированной воды и ставили на водяной бане при температуре 50° в течении 30 минут.

Процесс извлечения повторяли три раза. Водные вытяжки соединяли и прибавляли трихлоруксусную кислоту для очистки от белков. Жидкость центрифугировали. Центрифугат выпаривали на водяной бане досуха и проводили реакции идентификации бемегрида. Мы пользовались как известными, так и предложенными нами реакциями. Параллельно ставили слепые опыты.

Нами предложены следующие реакции идентификации бемегрида.

1. Несколько капель водного раствора бемегрида помещают в фарфоровой чашке, прибавляют две капли 0,1% р-ра нитрата кобальта и выпаривают на водяной бане. Сухой остаток приобретает синюю окраску, а при охлаждении окраска бледнеет и исчезает. При нагревании окраска вновь появляется. Чувствительность реакции — 0,1 мкг в 1 мл жидкости.

2. К водному раствору бемегрида прибавляют 1—2 капли 0% р-ра если кобальта и 1 каплю 0,01% р-ра хлористого железа. Жидкость выпаривают на водяной бане досуха. Остаток окрашивается в зеленый цвет. При охлаждении окраска бледнеет. При нагревании окраска опять восстанавливается. Чувствительность реакции — 1 мкг в 1 мл жидкости.

3. На предметное стекло помещают 1—2 капли водного р-ра бемегрида и к нему прибавляют р-ра хлорцинкйода. Через несколько ми-

нут под микроскопом наблюдают характерные кристаллы. Чувствительность реакции — 0,1 мкг в 1 мл жидкости.

4. На предметное стекло помещают 1—2 капли р-ра бемегрида и прибавляют 1 каплю р-ра меднойодной комплексной соли. Под микроскопом наблюдают характерный микрокристаллический осадок. Чувствительность реакции — 1 мкг в 1 мл жидкости.

Материалом исследования служила говядина, которую отравляли бемегридом (0,1 г на 1 кг объекта).

Нами выработанный метод судебно-химического исследования бемегрида и выявленные реакции его идентификации могут быть использованы в судебно-химических и аналитических лабораториях.

Тбилисский государственный
медицинский институт

(Поступило 22.6.1984)

ფარმაკოქიმია

ნ. იოვაშვილი, შ. ღლონტი, ნ. ლეკიშვილი

სასამართლო-ქიმიური ანალიზის დროს ბემეგრიდის იდენტიფიკაციის მეთოდის დამუშავება

რეზიუმე

ბემეგრიდი წარმატებით გამოიყენება მედიცინაში როგორც ანელეპტიკური საშუალება ნარკოტიკებით, ალკოჰოლით და სხვა ნივთიერებით მოწამვლის შემთხვევებში.

ბემეგრიდით მოწამვლისას საჭირო ხდება ბიომასალის სასამართლო-ქიმიური ექსპერტიზა. დღემდე ლიტერატურაში არ მოიპოვება ალნიშნული ექსპერტიზის მეთოდიკა. ჩვენ მიერ მოცემულია ბიომასალის დამუშავების მეთოდიკა მასში ბემეგრიდის თანაპოვნიერების დადასტურების მიზნით.

მოცემულია აგრეთვე ბემეგრიდის იდენტიფიკაციის ორი ფერადი და ორი მიკროკრისტალური რეაქცია.

PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

N. M. IOVASHVILI, Sh. I. GLONTI, N. I. LEKISHVILI

DEVELOPMENT OF A METHOD OF BEMEGRIDE IDENTIFICATION IN FORENSIC CHEMICAL ANALYSIS

Summary

A method is proposed for processing biological meterial with a view to detecting the presence of bemegride in it. Two colour- and micro-crystalline reactions of bemegride identification are also presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Д. Швайкова. Токсикологическая химия. М., 1976, 146.
2. Государственная фармакопея, изд. Х. М., 1968, 119.
3. М. Д. Машковский. Лекарственные средства. М., 1977, 122.
4. А. В. Белова. Руководство к практическим занятиям по токсикологической химии. М., 1976, 69.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК [234.3/004.6]:474

ГЕОЛОГИЯ

Ю. П. ВИДЯПИН, Е. А. РОГОЖИН, М. Л. СОМИН

О НАЛОЖЕННЫХ СКЛАДЧАТЫХ ДЕФОРМАЦИЯХ В ЮРСКИХ ТОЛЩАХ БОЛЬШОГО КАВКАЗА

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. П. Гамкрелидзе 27.4.1984)

Наложенные складчатые деформации, выраженные в существовании нескольких последовательно сформировавшихся генераций пликативных структур, считаются характерными для метаморфических толщ, в том числе и для доверхнепалеозойских серий Большого Кавказа [1]. В толщах, не испытавших регионального метаморфизма, такие деформации описываются значительно реже, а в пределах Кавказа они до последнего времени оставались без внимания. Специальные наблюдения в области развития слабоизмененных терригенных нижнеюрских отложений зон Главного хребта и Южного склона показали, что наложенные структуры достаточно часто встречаются и здесь. В перевальной полосе зоны Главного хребта Северо-Западного Кавказа они отмечены в верховьях Киши, Урушпена и Пслуха. Слои лейаса — аспидные сланцы с прослоями алевролитов, песчаников и туфогенных пород — собраны здесь в крутые, обычно слегка опрокинутые на юг складки с амплитудой от первых метров до двух километров. В породах пелитового состава параллельно осевым поверхностям этих складок развит совершенный кливаж, вдоль которого располагается основная масса многочисленных даек диабазового состава.

На существование наложенных складок здесь указывает следующее.

1. Кливаж местами ориентирован под большим углом к осевым поверхностям мелких (с амплитудой до метра) пологошарнирных складок (рис. 1). Это означает, что кливаж и связанные с ними складки наложены на упомянутые структуры. В метаморфических толщах мелкие складки такого типа (рис. 1) обычно несут сланцеватость осевой плоскости и трактуются как структуры первого этапа деформации (F_1), хотя в описанном случае мы и не можем исключить возможность их подводнооползневой природы.

2. Установлены случаи, когда дайки диабазов изогнуты в складки, параллельно осевым поверхностям которых развит кливаж, рассекающий также и дайки (рис. 2).

3. Часто наблюдается изгибание поверхностей кливажа и параллельных им будинированных даек с образованием наложенных складок (рис. 3).

4. Иногда в одном обнажении можно видеть структуры сразу трех генераций (рис. 4). Видна шарнирная бороздчатость, связанная с наиболее ранними складками F_1; она деформируется «главными» складками F_2 и рассекается кливажем, параллельным их осевым поверхностям ($ОП_2$); эти осевые поверхности и кливаж изгибаются в пологую складку F_3.

Анализ приведенных фактов показывает следующую последовательность событий: 1) формирование ранних (возможно, локально проявленных) мелких складок F_1 (если они не подводнооползневые) и приблизительно одновременное внедрение первых даек; 2) образование главной складчатости F_2 и связанного с ней кливажа; внедрение основной массы даек; 3) изгибание этих структур и даек в складки, чаще всего пологие; на более поздних стадиях возникали только разрывы.

Наложенные складчатые деформации в юрских отложениях выявлены и в других участках перевальной полосы. М. Л. Сомин [2]

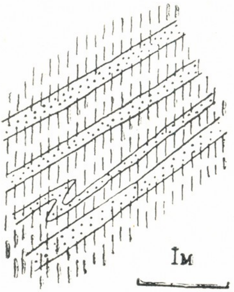


Рис. 1

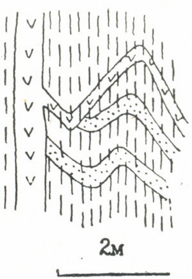


Рис. 2

отметил их в верховьях Ардона. Здесь в юрской толще, расположенной южнеее выходов палеозойского фундамента, развита система крутошарнирных складок с амплитудой до первых десятков метров, наложенная на более ранние изоклинальные формы и связанный с ними кливаж.

Появление крутошарнирных складок — одно из наиболее ясных свидетельств наложенной деформации — отмечено и в юрских отложениях Санчарской депрессии, трансгрессивно перекрывающих гнейсы Бештинского выступа. Это относительно пологие формы, изгибающие кливаж, связанный с тесно сжатыми складками более ранней генерации.

Деформацию кливажа можно наблюдать в ряде случаев и в зоне Южного склона. Например, в южном крыле Ингурского поднятия Сванетского антиклинория поверхности кливажа в аспидных сланцах лейаса образуют опрокинутые к северо-востоку пологошарнирные складки, параллельно осевым поверхностям которых развиваются многочисленные кинк-зоны.

Наложенные складки в нижне-среднеюрских породах встречаются и в других частях сланцевого ядра Большого Кавказа — вблизи западной и восточной переклиналей мегантиклинория (верховья Пшехи и Шахе, Мазы и Фийчая).

Из полученных данных следует, что, во-первых, структурная эволюция юрских толщ, измененных лишь до ступени аспидных сланцев, не имеет принципиального качественного отличия от эволюции глубокометаморфизованных толщ палеозоя, хотя в последних наложенные деформации более «многофазны», проявлены практически повсеместно и выражены структурами весьма значительного размера. Во-вторых, видно, что хрупкие разрывные деформации, о которых свидетельствует внедрение ранних даек, могут проявляться и на самых ранних стадиях структурной эволюции геосинклинальных толщ, что отрицается некоторыми авторами [3].

Существование наложенных структур в юрских толщах Большого Кавказа должно приниматься во внимание при анализе истории их

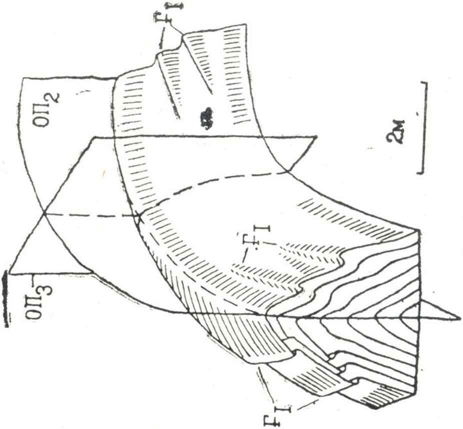


Рис. 4

Рис. 3

деформаций и изучении проблемы механизма этих деформаций. Эти данные должны учитываться также при анализе структуры рудных месторождений.

Академия наук СССР
Институт физики Земли
им. О. Ю. Шмидта

(Поступило 28.4.1984)

გეოლოგია

ი. ვიდიაპინი, ე. როგოჟინი, მ. სომინი

კავკასიონის იურულ წყებებში ზედნადები ნაოჭა დეფორმაციების შესახებ

რეზიუმე

კავკასიონის ქვედა-შუაიურულ გეოსინკლინურ ნალექებში ლოკალურად გამოვლენილია რამდენიმე გენერაციის ნაოჭები, მათთან დაკავშირებული კლივაჟის სისტემები და დეფორმირებული დიაბაზური დაიკები, ამ ფიქლებრივი წყებების სტრუქტურული ევოლუცია (ზოგიერთ უბნებში მაინც) „მრავალფაზურია“ და რამდენადმე მსგავსია მრავალმეტამორფული ნალექების სტრუქტურული ევოლუციისა.

GEOLOGY

Yu. P. VIDYAPIN, E. A. ROGOZHIN, M. L. SOMIN

ON SUPERIMPOSED FOLDING DEFORMATIONS IN THE GREATER CAUCASUS JURASSIC TERRAINS

Summary

Folds of several generations and associated systems of cleavage and deformed diabasic dykes have been identified locally in the Lower-Middle Jurassic geosynclinal terrains of the Greater Caucasus. The sructural evolution of these slate terrains is deduced to be (at least in places) "polyphasic" and somewhat similar to the evolution of high-metamorphosed terrains.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. П. Видяпин, М. Л. Сомин. Сообщения АН ГССР, 79, № 2, 1975.
2. Геодинамика Кавказа. М., 1982, 122—129.
3. Ю. В. Миллер. Геотектоника, № 5, 1973, 83—93.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 551.7.022.4(47.922)

ГЕОЛОГИЯ

Г. С. ГОДЕРДЗИШВИЛИ

ЗОНАЛЬНОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ ЭОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ДЕПРЕССИОННОЙ ЧАСТИ КАХЕТИИ И КАРТЛИ ПО КЕРНОВЫМ МАТЕРИАЛАМ БУРОВЫХ СКВАЖИН

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 14.5.1984)

Открытие нефтяного месторождения Самгори-Патардзеули в вулканогенно-осадочных породах среднего эоцена и развернувшиеся поисково-разведочные работы потребовали детальное стратиграфическое расчленение этих отложений. В результате изучения огромного количества кернового материала глубоких и структурных скважин площадей Самгори, Ниноцминда, Тхилисхеви, Телети, Метехи, Тонети и др. представилась возможность расчленить эоцен этих площадей на палеонтологические зоны.

Изучено более 400 образцов керна из 85 скважин, но образцы отбирались неравномерно, и поэтому истинную мощность отдельных стратиграфических единиц определить было невозможно.

На основании микрофаунистического исследования пород выяснилось, что эоцен наиболее полно представлен в скважинах площадей Тхилисхеви и Вака.

В эоценовых отложениях этих площадей выделяется семь микрофаунистических зон, которые легко сопоставляются с синхронными зонами Аджаро-Триалетии [1], Западной Абхазии [2], Рача-Лечхуми [3]. Нижний и средний эоцен и нижняя часть верхнего эоцена охарактеризованы главным образом планктонными фораминиферами, в верхах же верхнего эоцена превалирует бентос.

Нижний эоцен почти повсеместно согласно залегает на мергелях и глинах зоны Globorotalia aequa верхнего палеоцена.

На площадях Самгори, Рустави, а также в районе Тхилисхеви нижний эоцен сложен мергелями с прослоями глин и алевролитов, западнее же, на площади Вака, он представлен известняками и мергелями.

Нижний эоцен этих площадей расчленяется на две зоны: Globorotalia lensiformis и Globorotalia aragonensis. Для нижней зоны характерно присутствие: Globigerina eocaena Guemb., Globanomalina eocaenica (Berggren), Acarinina triplex Subb., A. acarinata Subb., A. pseudotopilensis Subb., G. lensiformis Subb., Subbotina eocaenica (Terq.) и др. Зона Globorotalia lensiformis соответствует одноименной зоне Аджаро-Триалетской складчатой зоны, нижнеэоценовый возраст которой, определенный М. В. Качарава [1], подтвержден и крупными фораминиферами. Эта зона установлена и в Западной Абхазии [2].

Верхняя зона нижнего эоцена Globorotalia aragonensis лучше всего представлена на площади Вака, где она содержит: Globigerina eocaena

Guemb., Globanomalina eocaenica (Berggren), Acarinina pseudotopilensis Subb., A. triplex Subb., A. pentacamerata Subb., Globorotalia aragonensis Nutt., G. caucasica (Glaesn.). Восточнее, на площадях Телети, Самгори, Рустави, Тхилисхеви, обнаружен более обедненный комплекс фораминифер.

Одноименная зона известна в Аджаро-Триалетии, а также в Западной Абхазии.

Средний эоцен рассматриваемой территории в основном представлен вулканогенно-осадочными породами. Во всех скважинах они четко делятся на две зоны: Acarinina bullbrooki и Truncorotaloides topilensis.

Богатая и разнообразная фауна фораминифер зоны Acarinina bullbrooki встречена на площадях Вака, Метехи, Тхилисхеви, тогда как на других площадях микрофауна очень обеднена. Зона содержит комплекс планктонных фораминифер: Globigerina eocaena Guemb., G. ninae Subb., Globanomalina micra (Cole), Acarinina bulbrooki (Bolli), A. pseudotopilensis Subb., A. interposita Subb.

Верхняя зона среднего эоцена Truncorotaloides topilensis установлена на всех площадях, но наиболее разнообразная микрофауна обнаружена на площадях Вака и Метехи. Зона Truncorotaloides topilensis, кроме отмеченных для нижней зоны форм, содержит Globigerapsis subconglobatus (Chal.) и Truncorotaloides topilensis Cuschm. Эту зону впервые удалось выделить в Аджаро-Триалетии [1]; выделена она также в Абхазии [2] и Рача-Лечхуми [3].

Выше пород среднего эоцена согласно следуют песчано-глинистые породы верхнего эоцена мощностью от 50 до 260 м. В них установлены снизу вверх три зоны: Globigerina turkmenica, Globigerapsis index и Bolivina antegressa. Первая зона выделяется на площадях Самгори, Вака, Марткоби, Кинцвиси и Тхилисхеви. Она охарактеризована очень обедненным как в количественном отношении, так и по видовому составу комплексом фораминифер, состоящим из Globigerina turkmenica (Chal.), Globanomalina micra (Cole), Globigerina sp.

Зона Globigerapsis index характеризуется богатством как бентосных, так и планктонных фораминифер. Наиболее характерными являются: Globigerapsis index (Finl.), G. tropicalis (Bain. et Blow), Gyroidinoides soldanii Orb., Anomalina granosa (Hant.), A. affinis (Hant.), Valvulineria palmarealensiformis M. Katsch.

Зона Bolivina antegressa фаунистически близка к предыдущей зоне, от которой отличается отсутствием крупных глобигерин и глобигерапсисов: Gyroidina girardana (Reuss), Asterigerina bracteata Cuschm., Baggina octocamerata M. Katsch., Alabamina achalzichensis M. Katsch., Rotalia georgiana M. Katsch., R. postinermis M. Katsch., Globigerina bulloides Orb., G. officinalis Subb., Bolivina antegressa Subb., B. nobilis Hant.

Верхний эоцен изученных площадей согласно перекрывается глинами хадума: Cibicides oligocenicus Samoil., Asterigerina blacteata Cuschm., Melonis (Reuss), Discorbis minutus M. Katsch., Bolivina plicata Cuschm.

Таким образом, в результате изучения мелких фораминифер кернового материала скважин удалось проследить в депрессионной части Восточной Грузии все семь микропалеонтологических зон эоцена, выделенных в Аджаро-Триалетии, Рача-Лечхуми и Абхазии. Проведенные исследования значительно повышают детальность стратиграфического расчленения нефтеносных эоценовых отложений Восточной Грузии.

ГрузКНИПО
«СевКавНИПИнефть»

(Поступило 17.5.1984)

გეოლოგია

გ. გოდერძიშვილი

კახეთისა და ქართლის დეპრესიული ნაწილის ეოცენური ნალექების ზონალური დანაწილება ბურღილების კერნული მასალების მიხედვით

რეზიუმე

კახეთისა და ქართლის დეპრესიული ნაწილის ეოცენურ ნალექებში გამოყოფილია შვიდი მიკროპალეონტოლოგიური ზონა, რომლებიც შეესაბამებიან საქართველოს სხვა ადგილების სინქრონულ ნალექებში გამოყოფილ ზონებს.

GEOLOGY

G. S. GODERDZISHVILI

ZONAL SUBDIVISION OF EOCENE DEPOSITS ACCORDING TO THE CORE MATERIALS FROM BOREHOLES OF THE DEPRESSIONAL PART OF KAKHETI AND KARTLI

Summary

In the Eocene deposits of the depressional part of Kakheti and Kartli seven micropalaeontological zones are distinguished, corresponding to those of other regions of Georgia from synchronous deposits.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. В. Качарава. Стратиграфия палеогеновых отложений Аджаро-Триалетской складчатой системы. Тбилиси, 1977, 357.
2. Г. С. Годердзишвили. Труды ВНИГНИ, вып. 115. М., 1971, 27—39.
3. Н. Ш. Салуквадзе, Е. А. Цагарели. Сообщения АН ГССР, 98, № 3, 1978, 629—632.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲑᲔ, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 552(479.22)

ПЕТРОЛОГИЯ

Л. И. ТАТАРИШВИЛИ, Л. И. ВЕРНИК

ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВУЛКАНИТОВ р. ТХИЛИСХЕВИ (ЦИВГОМБОРСКИЙ ХРЕБЕТ)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. И. Схиртладзе 27.4.1984)

В Горной Кахетии, на восточном окончании Цивгомборского хребта, в ущелье р. Тхилисхеви обнажаются вулканиты, протягивающиеся на расстоянии около 1 км. И. Э. Карстенс, впервые заснявший эту часть хребта в 1931—1935 гг., отнес тхилисхевские вулканиты к образованиям байосского яруса. Впоследствии, к такому же выводу пришел Г. С. Дзоценидзе (отчет 1946 г. в фондах Груз. геол. управления) на основании петрографического изучения слагающих их вулканогенных пород. А. И. Джанелидзе [1], исследовавший геологическое строение Кахетинского хребта, в туфобрекчиях г. Карасцвери (в 50 км западнее р. Тхилисхеви) обнаружил байосские аммониты; на этом основании вулканогенные образования р. Тхилисхеви также были отнесены к средней юре. Однако в дальнейшем (1969—1980 гг.) было установлено, что байосские туфобрекчии г. Карасцвери переотложены в позднем эоцене (Г. Н. Хатискаци, Г. К. Чичуа, Г. М. Дондуа, С. С. Цхovребадзе).

Принимая байосский возраст тхилисхевских вулканитов, Г. К. Чичуа считал их переотложенными в раннем мелу, В. Я. Эдилашвили — в маастрихте, а Г. М. Дондуа — в позднем эоцене.

Детальные литолого-стратиграфические исследования палеогеновых отложений восточной части Цивгомборского хребта позволили ряду авторов [2] дать существенно иное определение возраста тхилисхевских вулканитов. Ими было показано, что рассматриваемые вулканогенные породы, залегая между фаунистически датированными отложениями нижнего и верхнего эоцена, относятся, по всей вероятности, к среднему эоцену.

Тхилисхевские вулканиты представлены туфобрекчией, местами лавовой брекчией, сложенной обломками (3—50 см) базальтов и андезито-базальтов, погруженных в мелкообломочную связывающую массу аналогичного вещественного состава. Среди базальтов выделяются оливиновые, гиперстеновые и двупироксеновые оливиновые разности с сильно измененными плагиоклазами, почти нацело замещенными анальцимом, ломонтитом, кальцитом или альбитом и частично эпидотом.

Петрографический анализ изученных пород выявил наибольшее сходство тхилисхевских вулканитов со среднеэоценовыми вулканогенными образованиями Аджаро-Триалетии. Для более уверенной идентификации вулканитов района р. Тхилисхеви нами проведено сопоставление петрохимических критериев этих пород и вулканогенных образований средней юры Южного склона Большого Кавказа и среднего эоцена Аджаро-Триалетии. Они сопоставляются также с меловыми вулканогенами Аджаро-Триалетии. Данные химического анализа среднеюрских (байосских) пород заимствованы из работ Г. С. Дзоценидзе [3] и Т. В. Джанелидзе [4], а мела и среднего эоцена — из неопубликованных работ Ш. К. Китовани и Г. Ш. Надарейшвили.

Как известно, одной из наиболее информативных диаграмм, принимаемых при классификации магматических пород, является петрохимическая диаграмма SiO_2—(Na_2O+K_2O). Использование ее при ограниченном количестве химических анализов идентифицируемых пород часто приводит к некоторым неопределенностям. Основной причиной последнего положения являются постмагматические процессы, имеющие аллохимический характер, наиболее очевидный именно в отношении натрия и калия.

Результаты химического состава базальтов и андезито-базальтов р. Тхилисхеви*

Окиси	№ обр.**, содержание, %									
	76	79	81	82	84	85	87	87a	88	90
SiO_2	48,86	54,02	53,92	49,62	51,23	49,81	51,80	51,90	53,04	52,40
TiO_2	0,32	0,43	0,42	0,41	0,39	0,21	0,39	0,35	0,42	0,21
Al_2O_4	13,43	15,47	14,11	14,62	12,58	12,58	14,45	15,30	13,94	15,81
Fe_2O_3	4,46	6,20	4,32	4,68	3,53	4,37	4,53	3,54	4,54	5,05
$Fe\_O\_$	4,23	1,79	3,30	3,30	4,88	4,02	3,59	4,52	2,92	3,73
MnO	0,18	0,14	0,21	0,28	0,21	0,14	0,10	0,18	0,18	0,14
MgO	7,42	4,52	5,56	5,81	8,49	7,88	6,77	6,37	5,81	5,32
CaO	10,33	4,72	5,95	7,63	8,41	7,86	7,43	8,42	7,63	4,81
Na_2O	3,20	6,00	5,20	5,00	4,00	4,00	2,00	3,00	5,30	5,50
K_2O	0,50	0,40	1,00	1,00	0,40	1,40	0,25	0,25	0,50	0,60
P_2O_5	0,09	0,05	0,02	0,13	0,05	0,06	0,01	0,09	0,06	0,06
SO_3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	сл.
Вл.	1,80	2,24	1,95	1,44	0,25	1,50	4,63	3,10	1,28	1,23
ппп	5,03	3,86	3,80	5,94	0,32	6,03	3,94	2,94	4,27	4,54
Сумма	99,85	99,84	99,80	99,86	99,74	99,86	99,89	99,76	99,77	99,71

В конкретном случае мы располагаем выборкой из 10 химических анализов обломков туфобрекчий (таблица), характеризующихся такими вторичными преобразованиями, как анальцимизация (обр. 79—

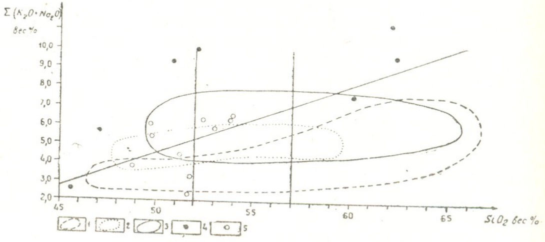


Рис. 1. Диаграмма SiO_2 — (Na_2O+K_2O) для базальтоидов р. Тхилисхеви в сравнении с вулканогенами средней юры, мела, среднего эоцена: 1 — вулканиты байоса Южного склона Большого Кавказа и Грузинской глыбы; 2 — вулканиты альба-верхнего мела Аджаро-Триалетии; 3, 4 — вулканиты среднего эоцена Аджаро-Триалетии: 3 — центральный и восточный сегменты, 4 — западный сегмент, верхняя часть; 5 — вулканиты р. Тхилисхеви

* Химический анализ произведен в лаборатории Управления геологии ГССР (химик Н. Д. Джабуа).

** № образцов возрастают стратиграфически снизу вверх.

85), ломонтитизация (обр. 76), карбонатизация (обр. 88, 90). По этой причине для более надежной идентификации вулканитов р. Тхилисхеви, помимо диаграммы SiO_2—(Na_2O+K_2O), привлечены диаграммы, базирующиеся на содержании в породах значительно более инертных компонентов — Al_2O_3 и P_2O_5.

В целом рассматриваемые вулканиты (рис. 1) отвечают пересыщенным кремнеземом базальтам известково-щелочного и субщелочного типа с ярко выраженной натровой специализацией. Фигуративные точки их в основном совпадают с фигуративным полем среднеэоценовых вулканитов центрального и восточного сегментов Аджаро-Триалетии. Часть из них, однако, попадает в поле вулканитов альба-верхнего мела той же области. Петрохимия вулканитов р. Тхилисхеви

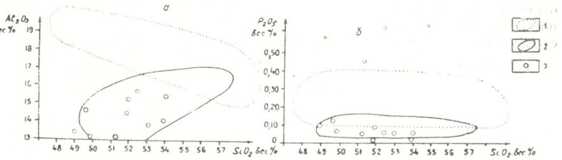


Рис. 2 (а, б). Диаграмма Al_2O_3—SiO_2 и P_2O_5—SiO_2 для базальтоидов р. Тхилисхеви в сравнении с вулканогенами альба-верхнего мела и среднего эоцена Аджаро-Триалетии: 1 — вулканиты альба-верхнего мела Аджаро-Триалетии; 2 — вулканиты среднего эоцена Аджаро-Триалетии (восточный сегмент); 3 — вулканиты р. Тхилисхеви

вслед за их минералого-петрографическими особенностями и стратиграфическим положением исключает возможность отнесения этих пород к байосу, как это делалось ранее.

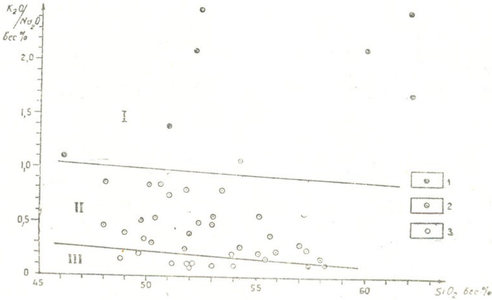


Рис. 3. Диаграмма SiO_2—K_2ONO_2 для вулканитов среднего эоцена Аджаро-Триалетии: I — западный сегмент; II — центральный и восточный сегмент; III — крайняя восточная часть зоны; 1 — вулканиты среднего эоцена западного сегмента Аджаро-Триалетии; 2 — вулканиты среднего эоцена центрального и восточного сегментов; 3 — вулканиты р. Тхилисхеви

Рассмотрение диаграммы Al_2O_3—SiO_2 и P_2O_5—SiO_2 (рис. 2), по всей вероятности, ставит под сомнение петрохимическое родство вулканитов р. Тхилисхеви с образованиями альба-верхнего мела, характеризующимися заметно повышенными глиноземистостью и содержанием фосфора. Вместе с тем, подтверждается правильность отнесения вулканокластов туфобречкий р. Тхилисхеви к среднему эоцену Аджаро-Триалетии.

Рассмотрение тхилисхевских вулканитов в качестве вулканогенных образований среднего эоцена крайней восточной части Аджаро-Триалетии подтверждает и существенно дополняет представления о широтной латеральной петрохимической зональности среднеэоценового вулканизма данной зоны [5]. Щелочность пород в направлении с запада на восток постепенно скачкообразно снижается. Аналогично снижается в этом же направлении отношение калия к натрию (рис. 3), причем здесь можно выделить три фигуративных поля: I—отвечающее вулканогенам западного сегмента, II — центрального и восточного сегментов (в традиционном понимании) и III—крайне восточной части Аджаро-Триалетской зоны.

ГрузКНИПО «СевКавНИПИнефть»

(Поступило 4.5.1984)

პეტროლოგია

ლ. თათარიშვილი, ლ. ვერნიკი

მდ. თხილისხევის (ცივ-გომბორის ქედი) ვულკანიტების პეტროქიმიური იდენტიფიკაციის კრიტერიუმები

რეზიუმე

მდ. თხილისხევის ვულკანიტების პეტროქიმიური კრიტერიუმების შედარება საქართველოს ტერიტორიაზე განვითარებულ სხვა ვულკანოგენებთან (კავკასიონის სამხრეთი ფერდის შუა იურა და აჭარა-თრიალეთის ცარცი და შუა ეოცენი) ადასტურებს მათ შუაეოცენურ ასაკს.

PETROLOGY

L. I. TATARISHVILI, L. I. VERNIK

THE PETROCHEMICAL CRITERIA FOR THE IDENTIFICATION OF THE VOLCANITES OF THE RIVER TKHILISKHEVI (TSIVGOMBORI MOUNTAIN RANGE)

Summary

The identification of the petrochemical criteria of the volcanites of the river Tkhiliskhevi with the volcanogenic sediments developed on the territory of Georgia (the Middle Jurassic of the southern slope of the Greater Caucasus, the Cretaceous and the Middle Eocene of Adjara-Trialeti), confirm the Middle Eocene age of these formations.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ა. ჯანელიძე. საქ. სსრ მეცნ. აკად. მოამბე 11, № 3, 1950, 151—158.
2. Л. И. Татаришвили, О. А. Сепашвили, Г. С. Годердзишвили. Изв. Геол. о-ва Грузии, 11, 1, 2, 1982, 132—136.
3. Г. С. Дзоценидзе. Домиоценовый эффузивный вулканизм Грузии. Тбилиси, 1948, 407.
4. თ. ჯანელიძე. კავკასიონის სამხრეთი ფერდის გეოსინკლინის შუაიურული ვულკანიზმი (მდ. ენგურისა და ცხენისწყლის აუზებში). თბილისი, 1969, 91.
5. М. Б. Лордкипанидзе, Ш. А. Адамия и др. ДАН СССР, 216, 4, 1974, 901—904.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 539.374.6

МЕТАЛЛУРГИЯ

Л. Н. ОКЛЕЙ (член-корреспондент АН ГССР), И. В. ЧХАРТИШВИЛИ, Л. О. ПОПХАДЗЕ, Д. Л. ЛОРДКИПАНИДЗЕ

ВОЗНИКНОВЕНИЕ АМОРФНОЙ СТРУКТУРЫ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ СОУДАРЕНИЯХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

В последнее время большое внимание уделяется получению аморфных металлов, которые представляют собой совершенно новый класс материалов с физическими свойствами, заметно отличающимися от свойств кристаллических сплавов. Для всех существующих методов получения металлических аморфных материалов в твердом состоянии общими являются промежуточное состояние в виде жидкости или плазмы и затем быстрое охлаждение. Наиболее полно исследован вопрос получения аморфного состояния закалкой из жидкой фазы. Существует мнение, что любой расплав должен при охлаждении переходить в аморфное состояние, если этот переход будет происходить без кристаллизации с образованием одной или нескольких фаз [1]. Экспериментально показано, что при равновесном затвердевании всегда имеет место кристаллизация. Аморфизация наступает лишь при определенных критических условиях. Аморфное состояние должно иметь меньшую энтальпию, чем кристаллическое состояние [2]. Аморфизация легче протекает в сплавах. Имеется несколько групп аморфизирующихся систем. К первой группе относятся системы металл-металлоид вида $T^1_{1-x}X^2$, где T—Mn, Fe, Co, Ni, Pd, Au или Pt, X—B, C, Si, Ge или P и x изменяется обычно от 0,15 до 0,25 [3]. Ко второй группе принадлежат системы переходных металлов $T^1_{1-x}T^2_x$, где T^2 — последние элементы переходных металлов, такие как Fe, Co, Ni, Rh, Pd, а также Cu; x=0,3—0,65. Системы T^1—T^2, по-видимому, распадаются на три подгруппы. В некоторых из них, например в Zr—Cu, стекло можно получить закалкой жидкости в широком интервале составов [4]. Во второй подгруппе стекла образуются предпочтительно в области составов, обогащенных элементом T^1, как например в сплавах Ti—Ni, аморфизующихся при 30—40% (ат.) Ni. В третьей подгруппе, напротив, преимущество имеют составы, богатые T^2-элементом; примером служат системы Nb-Ni [5] и Ta-Ni [6].

Определение аморфного состояния для металлических систем неоднозначно. Ранее считалось, что твердые тела без видимых граней являются аморфными. Казалось бы, дифракционные методы, в которых используются длины волн, приблизительно равные межатомным расстояниям, должны эту проблему решить, однако, как показала практика, когда размер зерен становится меньше 100 А, может наблюдаться перекрытие дифракционных линий и группа линий может напоминать диффузное кольцо, похожее на дифракционную картину жидкости. Более точны методы элкетронной микроскопии, для которых предельный размер различаемых кристаллов составляет 15—20 А. При меньшем размере кристаллов в настоящее время невозможно установить наличие кристаллической структуры [7]. Исходя из этого в случае металлических систем более правилен термин «рентгеноаморфное состояние». Это означает, что в областях, имеющих размер меньше 15 А, существует строго определенное кристаллическое строение. А в совокупности таких областей отсутствует дальний атомный порядок, что присуще аморфному состоянию.

Экспериментально обнаружен факт существования рентгеноаморфного состояния при высокоскоростных процессах соударения, проводимых путем метания одной пластины на другую в системе титан-медь [8]. Метание осуществлялось в режимах дозвуковой ($D<C$) и сверхзвуковой детонации ($D>C$, где D — скорость детонации взрывчатого вещества, а C — скорость звука в металлах). Как было показано в работе [8], в сверхзвуковом режиме имеется бо́льшая вероятность возникновения рентгеноаморфного состояния, чем в дозвуковом. Это связано как с величиной удельной кинетической энергии соударения, так и с интенсивностью передачи энергии соударяемым пластинам. В общем случае первым этапом служит получение рентгеноаморфной структуры, а вторым — фиксация этого состояния. В случае высокоскоростного соударения для получения рентгеноаморфной структуры необходимы высокое давление и скорость нарастания давления до той величины, при которой возможно свершение работы для перевода материала из кристаллического состояния в рентгеноаморфное. Естественно, величина этого давления и скорость нарастания давления зависят от сил внутреннего сопротивления.

На образование рентгеноаморфной структуры оказывает большое влияние геометрия границы раздела. При прямолинейной границе раздела, соответствующей сверхзвуковой детонации, распространение пластических волн происходит в одном направлении и наложение этих волн носит интенсивный сосредоточенный характер — создаются благоприятные условия для получения той величины давления и скорости его нарастания, которые необходимы для получения рентгеноаморфной структуры [8].

При волнообразной границе раздела картина наложения (интерференции) пластических волн резко меняется. Вдоль границы раздела непрерывно меняются энергосиловые и кинетические параметры как по величине, так и по направлению. Это, в свою очередь, вызывает возникновение пластических волн с различными амплитудами и направлениями распространения. Наложение волн в этом случае имеет качественно отличающийся от режима сверхзвуковой детонации характер. Здесь в большей степени получают развитие касательные напряжения, снижающие степень сжатия за счет работы формоизменения зерен. Снижение степени сжатия вызывает уменьшение как величины давления, так и скорости нарастания давления, и вероятность появления рентгеноаморфной структуры значительно уменьшается. Лишь на отдельных участках вдоль волнообразной границы раздела возможно создание благоприятных условий для возникновения рентгеноаморфной структуры. Как показали эксперименты, таким участком может служить вершина волны (вершиной волны будем считать точку, наиболее удаленную от свободной поверхности метаемой пластины).

Переход вещества в рентгеноаморфное состояние происходит при определенной величине давления. При этом, очевидно, уменьшается прирост температуры, так как часть энергии расходуется на поверхностную энергию измельченных зерен (ниже 100 Å). Уменьшение прироста температуры при образовании рентгеноаморфного слоя носит резкий (скачкообразный) характер, и это может служить косвенным признаком образования рентгеноаморфного слоя. После образования рентгеноаморфного слоя процесс наложения пластических волн резко усиливается и создаются все условия для образования ударной волны с большой амплитудой [8]. Зарождение ударной волны, несомненно, играет значительную роль в фиксации рентгеноаморфного состояния, так как она скачкообразно выносит энергию из определенного участка рентгеноаморфного слоя. Температура на этом участке резко уменьшается. Создание температурного градиента и наличие волны разгрузки способствуют фиксации рентгеноаморфного состояния (в волне разгрузки происходит падение давления и, как следствие, падение температуры). Не исключено, что в фиксации рентгеноаморфного слоя большую роль играет и структура этого слоя: процентное содержание химических элементов, кристаллическое состояние в областях меньше 100 Å и т. д.

Экспериментами выявлено, что рентгеноаморфный слой фиксируется на границе с титаном более четко, чем на границе с медью. Это можно объяснить тем, что скорость ударной волны в титане выше, чем в меди. Известно, что чем выше скорость ударной волны, тем выше ее амплитуда и для зарождения ударной волны в титане нужны более высокие давления пластических волн, а это приводит к более высокой температуре полученного рентгеноаморфного слоя. При более высокой скорости ударной волны в титане температурный градиент будет также высоким, что способствует более быстрому отводу энергии, и поэтому рентгеноаморфный слой на границе с титаном имеет более четко выраженный характер.

Академия наук Грузинской ССР
Институт металлургии
им. 50-летия СССР

(Поступило 26.6.1985)

მეტალურგია

ლ. ოკლეი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ი. ჩხარტიშვილი,
ლ. ფოფხაძე, ჯ. ლორთქიფანიძე

ამორფული სტრუქტურის წარმოქმნა ლითონური მასალების მაღალსიჩქარული შეჯახებისას

რეზიუმე

რენტგენოამორფული სტრუქტურის წარმოქმნა განიხილება როგორც ორეტაპიანი პროცესი. პირველი ეტაპია რენტგენოამორფული სტრუქტურის მიღება, ხოლო მეორე ეტაპი — ამ მდგომარეობის დაფიქსირება. განხილულია როგორც პირველი, ისე მეორე ეტაპის განხორციელების პირობები.

METALLURGY

L. N. OKLEI, I. V. CHKHARTISHVILI, L. O. POPKHADZE,
D. L. LORDKIPANIDZE

THE FORMATION OF AN AMORPHOUS STRUCTURE AT HIGH-SPEED COLLISION OF METAL MATERIAL

Summary

The formation of a roentgenoamorphous structure is considered to be a two-stage process. The first stage is the formation of a roentgenoamorphous structure, and the second, fixation of this condition. The conditions for implementing both stages of the process are considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. H. Gohen, D. Turnbull. J. Chem. Phys., 31, 1959, 1164.
2. D. Turnbull. In: Solidification, Amer. Soc. Met., Metals Park, Ohio, 1971, 1.
3. Д. Е. Полк, Б. К. Гиссен. Сб. «Металлические стекла». М., 1984.
4. R. Rag, B. C. Giessen, N. J. Grant. Scripta Met., 2, 1968, 357.
5. B. C. Giessen, M. Madhava, D. E. Polk, J. Vander Sande. In: Proc. Second Internat. Conf. on Rapidly Quenched Metals, Section 11, N. J. Grant B. C. Giessen, eds. Mater. Sci. Eng., 23, 1976, 145.
6. R. Ruhl, B. C. Giessen, M. Cohen, N. J. Grant. Acta Met., 15, 1967, 1693.
7. Дж. Диксмер, Дж. Ф. Садок. Сб. «Металлические стекла». М., 1984.
8. Л. Н. Оклей, И. В. Чхартишвили, Л. О. Попхадзе. Строение переходной зоны и распределение химических элементов в композиции медь-титан. Деп. ВИНИТИ, № 8, 1985, 170.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 669.536.7

МЕТАЛЛУРГИЯ

И. Б. БАРАТАШВИЛИ

ТЕРМОДИНАМИКА РАСТВОРОВ ФОСФОРА В ЖИДКОМ МАРГАНЦЕ И РАСПЛАВАХ МАРГАНЕЦ-КРЕМНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Гвелесиани 24.10.1985)

Рассмотрение разбавленных растворов на основе жидких металлов с сильными энергиями связи между компонентами, с точки зрения регулярных растворов, является неверным, так как пренебрежение энтропийным вкладом в избыточную энергию Гиббса образования раствора в этом случае не обеспечивает достаточную точность полученных термодинамических данных. Для описания поведения вышеуказанных расплавов непригодны также теория квазихимических растворов [1] и модель «окружного атома» [2—4].

Настоящая работа — это попытка рассмотрения разбавленных (по фосфору) расплавов марганца на основе теории квазирегулярных растворов [5], согласно которой избыточная энтропия растворения элемента пропорциональна энтальпии растворения и может быть определена из соотношения

$$\Delta\overline{H}_i = \tau \cdot \Delta\overline{S}_i^{\text{изб}}, \qquad (1)$$

где параметр τ формально представляет собой температуру, при которой раствор можно считать идеальным.

Расчетами [5] показано, что корреляция между $\Delta\overline{S}_i^{\text{изб}}$ и $\Delta\overline{H}_i$ в жидких и твердых растворах на основе целого ряда растворителей (Au, Cd, Zn, Ag, Cu, Hg, Bi и др.) при температурах от 293 до 1426 удовлетворительно характеризуется параметром $\tau = 3000 \pm 1000$ K.

Для расплавов на основе железа и никеля величина этого параметра равна 7150 ± 2000 [6].

Термодинамические свойства расплавов на основе марганца изучены мало. Исключение составляют системы Mn—Si и Mn—C [7—13]. В работах [7—11] приведены результаты экспериментального определения основных термодинамических свойств ($\Delta\overline{H}_{si}$, $\Delta\overline{G}_{si}^{\text{изб}}$, $\Delta\overline{S}_{si}^{\text{изб}}$ и γ_{si}) растворов кремния в жидком марганце. На основе этих данных нами найдена корреляционная зависимость между $\Delta\overline{H}_{si}$ и $\Delta\overline{S}_{si}^{\text{изб}}$, которая выражается уравнением

$$\Delta\overline{H}_{si} = (4000 \pm 1000)\, \Delta\overline{S}_{si}^{\text{изб}}. \qquad (2)$$

Ввиду того что расплавы марганец-фосфор, как и расплавы марганец-кремний, характеризуются сильными энергиями связи, уравнение (2) можно распространить и на них. Это позволило по приведенным в работе [14] экспериментальным величинам $\Delta\overline{H}_p$ оценить значение парциальной избыточной энтропии фосфора в жидком марганце и расплавах Mn—Si. Для того чтобы судить об отклонениях в поведении исследованных расплавов от закона Рауля, необходимо в качестве стандартного состояния для фосфора выбрать перегретый жидкий фосфор (при температурах исследования). Поэтому приведенные в работе [14] значения $\Delta\overline{H}_{p_2}$ газообразного фосфора были пересчитаны для $\Delta\overline{H}_p$ растворения жидкого фосфора в марганцевых расплавах. В этом случае парциальная энтальпия растворения фосфора в жидком марганце составит -147000 ± 28000 Дж/моль·P, а в расплавах марганец-кремний -125000 ± 25000 (Si=9% по массе) и -72000 ± 14000 (Si=20% по массе) Дж/моль·P.

Значения коэффициентов активности фосфора в расплавах Mn=Si

Содержание, % по массе	Температура, К		
	1600	1650	1700
Si=0	$(1,4 \pm 0,28)\ 10^{-3}$	$(1,8 \pm 0,36)\ 10^{-3}$	$(2,5 \pm 0,5)\ 10^{-3}$
Si=9,0	$(3,5 \pm 0,7)\ 10^{-3}$	$(4,7 \pm 0,95)\ 10^{-3}$	$(6,1 \pm 1,2)\ 10^{-3}$
Si=20	$(4,71 \pm 0,47)\ 10^{-3}$	$(4,1 \pm 0,82)\ 10^{-2}$	$(5,4 \pm 1,1)\ 10^{-2}$

При использовании этих величин с помощью зависимости (2) определены значения $\Delta\overline{S}_p^{\text{изб}}$, а затем составлены уравнения для температурной зависимости избыточной парциальной энергии Гиббса растворения жидкого фосфора в жидком марганце и расплавах марганец-кремний (1583—1713 K):

$$\Delta\overline{G}_p^{\text{изб}} = -147000 + 36,8 \cdot T \quad (\text{Si}=0\%), \tag{3}$$

$$\Delta\overline{G}_p^{\text{изб}} = -125000 + 31,4 \cdot T \quad (\text{Si}=9\% \text{ по массе}), \tag{4}$$

$$\Delta\overline{G}_p^{\text{изб}} = -72000 + 18,0 \cdot T \quad (\text{Si}=20\% \text{ по массе}). \tag{5}$$

Далее, при использовании известного уравнения $\Delta\overline{G}_i^{\text{изб}} = RT \ln \gamma_p$, для интервала температур 1600—1700 K рассчитаны коэффициенты активности фосфора (γ_p), значения которых приведены в таблице.

Академия наук Грузинской ССР
Институт металлургии
им. 50-летия СССР

(Поступило 25.10.1985)

მეტალურგია

ი. ბარათაშვილი

თხევად მანგანუმში და მანგანუმ-სილიციუმის ნალღობებში ფოსფორის ხსნარების თერმოდინამიკა

რეზიუმე

მანგანუმიან ნალღობებში ფოსფორის განზავებული ხსნარები განხილულია კვაზირეგულარული ხსნარების თეორიის საფუძველზე. დადგენილია ამ ნალღო-

ბებში ფოსფორის ხსნადობის პარციალურ ენთალპიასა ($\Delta\overline{H}_p$) და ჭარბ პარციალურ ენტროპიას შორის ($\Delta\overline{S}_p^{ჭ}$) კორელაციური დამოკიდებულება.

$$\Delta \overline{H}_p = (4000 \pm 1000)\,\Delta \overline{S}_p^{ჭ}.$$

გათვლილია თხევად მანგანუმსა და მანგანუმ-სილიციუმის ნალღობებში ფოსფორის აქტივობის კოეფიციენტების მნიშვნელობები 1600—1700K ტემპერატურული შუალედისათვის.

METALLURGY

I. B. BARATASHVILI

THERMODYNAMICS OF PHOSPHORUS SOLUTIONS IN LIQUID MANGANESE AND MANGANESE-SILICON MELTS

Summary

The behaviour of phosphorus in phosphorus diluted manganese melts is discussed on the basis of the theory of quasiregular solutions. A correlation dependence was found between the partial enthalpy ($\Delta\overline{H}_p$) and excess partial entropy (ΔS_p^{exc}) of phosphorus dissolution in these melts.

$$\Delta\overline{H}_p = (4000 \pm 1000)\,\Delta\overline{S}_p^{cxe}$$

For the temperature range 1600-1700K the values of phosphorus activity in liquid manganese and in melts of manganese-silicon were calculated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. A. Gugenheim. Mixtures, Oxford, 1952.
2. J. Mathieu *et al*. J. de chimie physique. 62, № 11-12, 1965, 1286-1296.
3. P. Hicter *et al*. J. de chimie physique, 64, № 2, 1967, 261-265.
4. J. Mathieu *et al*. J. de chimie physique, 64, № 2, 1967, 266-272.
5. C. H. P. Lupis, J. E. Elliot. Acta Metallurgica, 15, 1967, 265-271.
6. О. И. Островский, А. Я. Стомахин, В. А. Григорян. Изв. АН СССР, «Металлы», № 1, 1977, 81—85.
7. H. B. Bell *et al*. J. Metals, 4, № 7, 1952, 718-723.
8. R. Gee, T. Rosenquist. Scand. J. Matallurgy, 5, № 2, 1967, 57-62.
9. W. A. Fisher, P. W. Bardenauer. Archiv für Eisenhüttenwesen, Bd. 38, 1968, 559-570.
10. Г. И. Баталин, В. С. Судовцева. Укр. хим. ж., 40, № 5, 1974, 542—543.
11. Г. И. Баталин, В. С. Судавцева. Изв. АН СССР, «Неорганические материалы», 11, № 10, 1975, 1782—1786.
12. A. Tanaka. Trans. Japan Institute of Metals. 20, № 9, 1979, 516-522.
13. A. Tanaka. Trans. Japan Institute of Metals, 21, № 1, 1980, 27-33.
14. Н. Н. Цикаридзе, И. Б. Бараташвили, О. И. Островский, А. Я. Стомахин, В. Я. Дашевский. Физикохимия и металлургия марганца. М., 1983, 12—15.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 629.113.014.5—52

МАШИНОВЕДЕНИЕ

О. В. МАРГВЕЛАШВИЛИ

ОБ ОДНОЙ ОСОБЕННОСТИ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ АВТОВОЖДЕНИЯ ДВИЖУЩЕГОСЯ ОБЪЕКТА

(Представлено академиком Р. Р. Двали 17.5.1984)

Одним из свойств оптической системы автовождения (САВ) объекта является возможность выноса точки оптического «контакта» чувствительного элемента с программой движения на некоторое расстояние вперед по направлению движения агрегата [1]. Это обусловливает возможность подбора основных параметров *САВ* таким образом, чтобы избежать накопления ошибок при перекопировании опорной траектории и обеспечить сглаживание возможных ее искривлений.

Рассмотрим следящее движение объекта по заданной прямолинейной траектории *X—X*, на которой имеется случайное искривление, принятое нами для упрощения расчетов в виде прямоугольника *abcd* с размерами H_0 и L_0 (см. рис. 1).

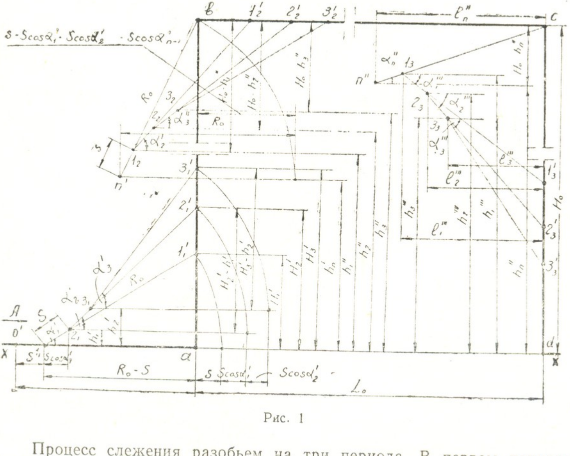


Рис. 1

Процесс слежения разобьем на три периода. В первом периоде рассмотрим процесс визирования границы искривления *ab*, во втором — границы *bc*, в третьем — границы *cd*.

I период. Допустим, объект из точки O' движется по направлению стрелки *A* с постоянной скоростью *V*. Пройдя расстояние $S=VT$, он придет в точку 1_1. Здесь *T* — период времени между появлением двух смежных импульсов [2].

Находясь в точке 1_1, САВ получает информацию из точки $1'_1$, (расстояние $1_1 - 1'_1$ равно радиусу R_0 обзора, т. е. расстоянию выноса точки «контакта»), что вынуждает объект двигаться по направлению $1_1 - 1'_1$. При этом на рассматриваемом этапе отклонение опорной точки объекта (за которую принимаем точку расположения чувствительного элемента) от предписанного направления составляет h'_1, а угол отклонения (курсовой угол) — α'_1.

Из рисунка видно, что

$$h'_1 = \frac{H'_1}{R_0} S, \qquad a \quad \alpha'_1 = \arcsin \frac{H'_1}{R_0},$$

где

$$H'_1 = \sqrt{R_0^2 - (R_0 - S)^2}.$$

Аналогичным образом можно определить для данного периода отклонения $h'_2, h'_3 \ldots h'_n$ и $\alpha'_2, \alpha'_3 \ldots \alpha'_n$, соответствующие следующим этапам. Действительно, если

$$h'_2 = \frac{H'_2 S + h'_1 (R_0 - S)}{R_0},$$

$$\alpha'_2 = \arcsin \frac{H'_2 - h'_1}{R_0},$$

$$H'_2 = h'_1 + \sqrt{R_0^2 - (R_0 - S - S\cos\alpha'_1)^2}$$

$$h'_3 = \frac{H'_3 S + h'_2 (R_0 - S)}{R_0},$$

$$\alpha'_3 = \arcsin \frac{H'_3 - h'_2}{R_0},$$

$$H'_3 = h'_2 + \sqrt{R_0^2 - (R_0 - S - S\cos\alpha'_1 - S\cos\alpha'_2)^2},$$

то нетрудно видеть, что для n-го этапа будем иметь

$$h'_n = \frac{H'_n S + h'_{n-1} (R_0 - S)}{R_0}, \tag{1}$$

$$\alpha'_n = \arcsin \frac{H'_n - h'_{n-1}}{R_0}, \tag{2}$$

$$H'_n = h'_{n-1} + \sqrt{R_0^2 - (R_0 - S - S\cos\alpha'_1 - S\cos\alpha'_2 - \cdots - S\cos\alpha'_{n-1})^2}. \tag{3}$$

II период. Если $H_n = ab$, тогда, после того как объект переместится из точки n' в точку 1_2, пройдя расстояние S по направлению $n'b$, следующую информацию он получит из новой точки визирования. В результате этого он начнет двигаться по направлению $1_2 - 1'_2$.

Точно так же переместившись из точки 1_2 в точку 2_2, объект получит информацию из точти $2'_2$ и изменит свой курс на $2_2 - 2'_2$. При этом значения новых отклонений h''_1 и h''_2 от программы движения и новых углов α''_1 и α''_2 определяется с помощью рисунка следующим образом:

$$h''_1 = h'_n + S\sin\alpha'_n, \quad a \quad h''_2 = h''_1 + S\sin\alpha''_1,$$

$$\alpha''_1 = \arcsin \frac{H_0 - h''_1}{R_2}, \quad a \quad \alpha''_2 = \arcsin \frac{H_0 - h''_2}{R_0},$$

где

$$H_0 - h''_x = R_0 \sin \alpha''_x$$

Тогда для n''-й точки этого периода можно записать

$$h''_n = h''_{n-1} + S \sin \alpha''_{n-1}, \tag{4}$$

$$\alpha''_n = \arcsin \frac{H_0 - h''_n}{R_0}. \tag{5}$$

III период. Предположим, что объект продолжает движение из точки n'', вертикальной и горизонтальной координатами которой являются h''_n и l''_n, по направлению $n''c$. Пройдя расстояние S и придя в точку 1_3, он следующую информацию получит уже из точки $1'_3$, находящейся на границе cd искривления. Как видно, через период времени T объект будет отстоять от точки n'' на расстоянии S и от заданного направления движения на расстоянии h'''_1. Курсовой угол при этом изменит знак на обратный. Составим уравнения для определения этих величин для периода III.

Рассмотрим точку 1_3:

$$h'''_1 = h''_n + S \sin \alpha''_n,$$

$$-\alpha'''_1 = \arccos \frac{l'''_1}{R_0},$$

где

$$l'''_1 = l''_n - S \cos \alpha''_n.$$

Аналогично этому для точки 2_3 будем иметь

$$h'''_2 = h'''_1 - S \sin \alpha'''_1,$$

$$-\alpha'''_2 \arccos \frac{l'''_2}{R_0},$$

$$l'''_2 = l'''_1 - S \cos \alpha'''_1.$$

Для точки n''' этого периода

$$n'''_n = h'''_{n-1} \pm S \sin \alpha'''_{n-1}, \tag{6}$$

$$-\alpha'''_n = \arccos \frac{l'''_{n-1}}{R_0}, \tag{7}$$

$$l'''_n = l'''_{n-1} - S \cos \alpha'''_{n-1}. \tag{8}$$

В выражении (6) знак перед вторым членом правой части берется положительным только для первой точки 1_3 этого периода.

Как видно, задавшись размерами H_0 и L_0 и приняв постоянными V и T, можно для данного случая определить максимальные значения отклонения h_{max} опорной точки объекта от заданной траектории.

Если при этом h_{max} будет меньше H_0, то очевидно, что для принятых исходных данных имеет место сглаживание траектории движения. Если же $h_{max} = H_0$, то сглаживания нет, а имеет место полное копирование неровностей. Варьируя приведенными выше параметрами, можно определить случаи, при которых следует ожидать сглаживания.

По установленным зависимостям были определены величины основных параметров САВ, обеспечивающих сглаживание искривлений.

Расчеты проводились для четырех вариантов: $R_0=1$; 3; 5 и 8 м. Их результаты показали, что при $R_0=1$ м и скорости движения 11 км/час объект отклонится в сторону искривления и сглаживания происходить не будет.

В остальных трех случаях ($R_0=3$; 5 и 8 м) имеет место сглаживание искривлений.

Академия наук Грузинской ССР
Институт механики машин

(Поступило 18.5.1984).

მანქანათმცოდნეობა

ო. მარგველაშვილი

მოძრავი ობიექტის ავტომატური ტარების ოპტიკური სისტემის ერთი თავისებურების შესახებ

რეზიუმე

ობიექტის მოძრაობის სიჩქარესა **V** და მისი ავტომატური ტარების ოპტიკური სისტემის მგრძნობიარე ელემენტის ორი მეზობელი სასიგნალო იმპულსების გამოჩენის შორის პერიოდის T მუდმივი მნიშვნელობებისათვის შეიძლება შერჩეულ იქნეს მიმოხილვის რადიუსის R_0 (მგრძნობიარე ელემენტის და მოძრაობის პროგრამის ოპტიკური „კონტაქტის“ წერტილის გამოტანის მანძილი), ისეთი მნიშვნელობები როცა სისტემა არ ახდენს რეაგირებას საყრდენი (საპროგრამო) ტრაექტორიის ცდომილებაზე, რაც თავის მხრივ წარმოადგენს ტრაექტორიის შემთხვევით გამრუდებას.

MACHINE BUILDING SCIENCE

O. V. MARGVELASHVILI

ON ONE PECULIARITY OF OBJECT OPTICAL AUTOMATIC DRIVING SYSTEM

Summary

For constant speed values of V motion of the object and for the period of T time between the appearance of two adjacent signal pulses of the sensing element of the object optical automatic driving system one may choose such values of R_0 review radius (the distance between the object and the point of optical "contact" of the sensing element with the motion program) at which the system does not react to the supporting (program) trajectory motion error, representing its accidental deformations.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. В. Маргвелашвили. Автовождение трактора с помощью фотооптической системы управления. Тбилиси, 1975.
2. Р. Р. Двали, О. В. Маргвелашвили, А. Д. Нозадзе. Бесконтактная фотооптическая система автовождения трактора. Тбилиси, 1971.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 531.8

МАШИНОВЕДЕНИЕ

Б. Г. БИЦАДЗЕ

УСЛОВИЕ ПОВОРАЧИВАЕМОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ЧЕТЫРЕХЗВЕННИКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. И. Шхвацабая 4.6.1984)

Движение механизма будет возможно, если мощность, развиваемая движущей силой, превышает или в пределе равна суммарной мощности сил и моментов, сил полезных сопротивлений и трения.

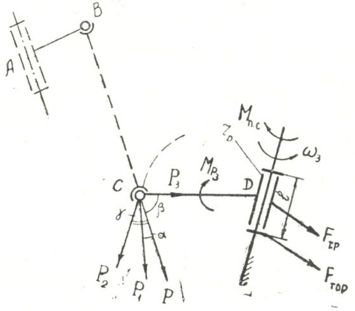


Рис. 1

На ведомое звено CD (рис. 1) пространственного четырехзвенника $ABCD$ действует сила P действия шатуна на коромысло, которая направлена вдоль шатуна и ее можно представить через составляющие:

$P_1 = P\cos\alpha$ — направленную вдоль скорости V_c и представляющую собой движущую силу,

$P_2 = P\cos\gamma$ — направленную вдоль коромысла CD; под действием этой силы в паре стойка-коромысла возникает сила трения

$$F_{тр} = fP_2 = fP\cos\gamma,$$

где f — коэффициент трения;

$P_3 = P\cos\beta$ — направленную вдоль бинормали траекторий скорости точки C.

Под действием этой силы возникает сила трения на контактирующих поверхностях флянца и торца коромысла

$$F_{тор} = fP_3 = fP\cos\beta.$$

Дополнительная реакция вблизи краев опоры из-за перекоса оси коромысла

$$R_{\text{доп}}=\frac{P_3\, l_{CD}}{l}=\frac{P\cos\beta\, l_{CD}}{l}.$$

Соответственно во вращательной паре возникает дополнительная сила трения

$$F_{\text{тр}}^{\text{доп}}=fR_{\text{доп}}=f\ \frac{P\cos\beta\, l_{CD}}{l}.$$

На ведомое звено CD действует момент полезных сопротивлений $M_{n.c.}$.

Условие движения коромысла можно записать в виде

$$N_{\text{дв}}\geqslant\sum N_{\text{сопр}}. \tag{1}$$

где

$$N_{\text{дв}}=P_1\,\omega_3\, l_{CD}.$$

Здесь ω_3 — угловая скорость вращения звена CD, а

$$\sum N_{\text{сопр}}=\omega_3\,(F_{\text{тр}}\, r_D+F_{\text{тор}}\, r_D+F_{\text{тр}}^{\text{доп}}\cdot r_D+M_{n.c.}),$$

где r_D — радиус кинематической опоры D.

Подставляя значения в уравнение (1), получаем

$$P_1\cos\alpha\cdot l_{CD}\geqslant P\cos\gamma\cdot r_D+fP\cos\beta\cdot r_D+fP\cos\beta\ \frac{l_{CD}}{l}+M_{n.c.},$$

откуда

$$P_1\geqslant\frac{fP\left[r_D\,(\cos\gamma+\cos\beta)+\cos\beta\ \frac{l_{CD}}{l}\right]+M_{n.c.}}{\cos\alpha l_{CD}}. \tag{2}$$

В неравенство (2) входят параметры $\cos\alpha$, $\cos\beta$ и $\cos\gamma$, которые определены нами в работе [1]. Подставляя их значения в неравенство (2), получаем

$$P_1\geqslant\frac{fP\left[r_D\left(\frac{b^2+c^2-(h_{12}+a\cos\varphi)^2-(l_1\sin\Theta_{12}+a\sin\varphi)^2-l^2}{2bc}\right.\right.+}{\sqrt{1-\cos^2\beta-\cos^2\gamma}\cdot l_{CD}}-$$

$$\frac{+\frac{a\cdot\cos\varphi\cdot\sin\Theta_{12}}{2bc}+\left.\frac{l_1\cos\Theta_{12}-l_2+a\cos\varphi\cdot\sin\Theta_{12}}{b}\right)+}{\sqrt{1-\cos^2\beta-\cos^2\gamma}\cdot l_{CD}}$$

$$\frac{\left.+\frac{(l_1\cos\Theta_{12}-l^2+a\cos\varphi\sin\Theta_{12})\, l_{CD}}{b\cdot l}\right]+M_{n.c.}}{\sqrt{1-\cos^2\beta-\cos^2\gamma}\cdot l_{CD}} \tag{3}$$

Полученное условие должно выполняться для всех значений φ.

Для упрощения задачи можно условно неравенство (3) проверить только для экстремальных значений углов передачи, значение которых заранее будут определены [1, 2].

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 6.6.1984)

მანქანათმცოდნეობა

ბ. ბიწაძე

სივრცითი ოთხრგოლას მობრუნების პირობა

რეზიუმე

მექანიზმის მოძრაობის პირობა — ამძრავი ძალების სიმძლავრე მეტი ან ტოლი უნდა იყოს წინაღობის ძალების სიმძლავრეზე — წარმოდგენილია ამძრავი ძალისა და მარგი და ხახუნის წინაღობის ძალების უტოლობის სახით. მიღებული პირობა უნდა შესრულდეს მექანიზმის მოძრაობის მთლიანი ციკლისათვის. მიზანშეწონილია აღნიშნული პირობის შემოწმება მხოლოდ გადაცემის კუთხის ექსტრემალური მნიშვნელობისათვის.

MACHINE BUILDING SCIENCE

B. G. BITSADZE

CONDITION OF THE TURNING OF FOUR-LINK MECHANISMS

Summary

The forces effective on the outlet link of spatial four-link mechanisms are determined. The condition of turning is obtained in the form of an inequality in which the parameters of the mechanism are included as functions of the generalized coordinates.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. С. Гогодзе, Б. Г. Бицадзе. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, 1984.
2. П. А. Лебедев. Изв. вузов. Технология легкой промышленности, № 4, 1967.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 627.52(262.5)

ГИДРОТЕХНИКА

В. В. САКВАРЕЛИДЗЕ

РАСЧЕТНЫЕ СООТНОШЕНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БЕРЕГОЗАЩИТНЫХ ГАЛЕЧНЫХ ПЛЯЖЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 21.6.1984)

Создаваемый методом отсыпки галечной смеси пляж является берегозащитным деформируемым сооружением, обладающим свойством саморегулирования профиля в зависимости от изменения параметров воздействующих на него волн, в результате чего обеспечивается наиболее эффективное гашение энергии волноприбоя. При проектировании и строительстве берегозащитных пляжей возникает необходимость назначения усредненных расчетных габаритов сооружения, а фракционный состав отсыпаемого материала следует подбирать с таким расчетом, чтобы при волнениях 4—5 баллов наносы приходили в массовое движение (это необходимо для обеспечения свойства саморегулирования профиля и условий вдольберегового транспорта наносов, а также для механической и биологической очистки воды в прибрежной зоне). При этом наносы должны перемещаться в сторону берега даже при жестоких волнениях (перемещение наносов в сторону моря способствует уничтожению пляжа, созданного искусственно).

Условием наличия массового перемещения наносов в мористой от створа разрушения волн области является

$$\eta=\left(1{,}1\ \frac{\sqrt{\pi d\lambda}}{h}\sqrt{\operatorname{sh} 2kH}\right)^{3/2}\leqslant 1, \tag{1}$$

где d — средневзвешенный диаметр отсыпанной галечной смеси; k — волновое число, $k=2\pi/\lambda$; λ — средняя длина расчетной волны; h—средняя высота волн расчетного волнения; H — глубина моря в заданном створе.

При соблюдении условия (1) наносы совершают массовое перемещение при всех глубинах меньших H, включая прибойную зону.

На профиле динамического равновесия интегральный односторонний перенос наносов отсутствует. Касательная, проведенная в каждой точке такого профиля в мористой от створа разрушения волн области, составляет с горизонтальной плоскостью угол, определяемый соотношением

$$\sin\psi_0=3\sqrt{d/H}\ \sqrt{kH/\operatorname{th} kH}\,. \tag{2}$$

Если уклоны естественного подводного склона превосходят уклоны, определяемые по формуле (2), наносы по средневзвешенным диаметром d, отсыпаемые на глубине H, будут траспортированы в сторону моря.

На рис. 1 приводится график зависимости уклонов от d/H, построенный по формуле (2) при условии $kH\leqslant 0{,}5$. Согласно рис. 1 отсыпка на заданном подводном склоне более крупного материала способствует перемещению наносов к берегу.

В целях обеспечения надежности и устойчивости берегозащитного сооружения в виде искусственного пляжа средневзвешенный диаметр отсыпаемого материала подбирается с таким расчетом, чтобы уклоны, соответствующие ему по формуле (2), значительно превышали уклоны естественного подводного склона на заданных изобатах. При этом очевидно, что чем круче естественный подводный склон, тем крупнее должен быть отсыпаемый материал.

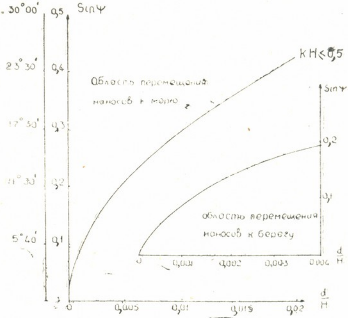


Рис. 1. График для определения уклонов пляжа, соответствующих профилю динамического равновесия, а также направления перемещения влекомых наносов в мористой от створа разрушения волн зоне при условии $kH \leqslant 0{,}5$

Средний уклон пляжа в прибойной зоне в период установившейся фазы штормового волнения определяется по зависимости

$$\sin 2\psi = \frac{1{,}32}{k_{\text{т}}\, k_{\lambda}} (\lambda_{\text{гл}}/h_{\text{гл}})\,(H_{\text{кр}}/\lambda_{\text{гл}})^2, \tag{3}$$

где кроме известных обозначений $k_{\text{т}}$ и k_{λ} — коэффициенты трансформации высоты и длины волны; $H_{\text{кр}}$ — глубина разрушения волн.

На рис. 2 приведены графики, построенные по формуле (3) при разных значениях угла заложения откоса мористее от створа разрушения волн, по которым следует, что пологим волнам соответствуют пологие уклоны, а с увеличением угла заложения откоса указанный угол наклона пляжа в прибойной зоне увеличивается.

Высота наката волн над уровнем спокойного моря определяется по формуле

$$H_{\text{н}\%} = h_{\text{р}\%}\left(1 + 0{,}4\frac{k_{\text{т}} h_{\text{гл}\,\%}}{\lambda_{\text{гл}}}\;\frac{\lambda_{\text{гл}}}{H_{\text{кр}\%}}\right)\sqrt{\lambda_{\text{гл}}/H_{\text{кр}\%}}\;\operatorname{tg}\psi, \tag{4}$$

где кроме известных обозначений h_p — высота расчетной волны, а индексы % указывают, что величины соответствуют волнам определенной обеспеченности в процентах.

При использовании формул (1)—(4) параметры расчетного шторма, коэффициенты трансформации высоты и длины волн, глубина разрушения и высота волн в створе разрушения, учет ветрового воздействия на высоту наката волн и др. определяются по [1].

Возвышение гребня вдольберегового вала над расчетным уровнем воды определяется зависимостью

$$H_{вв}=\Delta h+h_{н\%}+a, \qquad (5)$$

где Δh — высота подъема уровня воды, обусловленная ветро-волновым нагоном; a — запас высоты гребня вдольберегового вала $\approx 0{,}5$ м (при наличии вдольбереговых набережных стен или высоких отметок

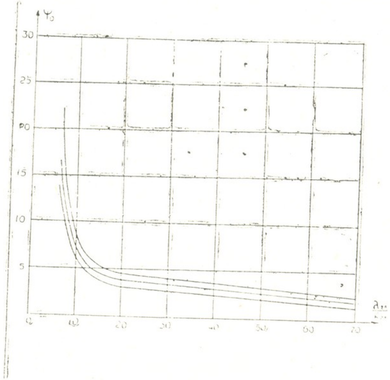


Рис. 2. Графики для определения уклонов динамического равновесия прибойной зоны при углах заложения откоса в мористой от створа разрушения волн зоне 1 — $m=5$; 2 — $m=20$ и 3 — $m\geqslant 50$ (с учетом волнового нагона углы наклона следует увеличить при $7\leqslant \lambda_{гл}/h_{гл}<10$ 1,1 раз; при $10\leqslant \lambda_{гл}/h_{гл}\leqslant 15$ — 1,2 раз и при $15<\lambda_{гл}/h_{гл}$ — 1,35 раз

суши, исключающих возможность перелива воды и затопления прибрежных территорий $a=0$).

После назначения класса капитальности берегозащитного сооружения в виде пляжа, определения параметров расчетного шторма и

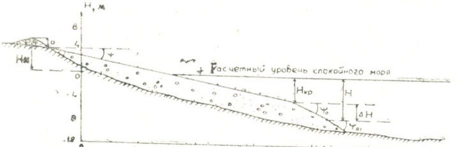


Рис. 3. Профиль проектируемого пляжа, соответствующий расчетному шторму: 1 — первоначальный профиль размываемого берега; 2 — гребень вдольберегового вала; 3 — профиль прибойной зоны проектируемого пляжа; 4 — профиль проектируемого пляжа в мористой зоне

подбора грансостава отсыпаемой галечной смеси по формуле (3) определяется средний уклон пляжа в прибойной зоне. При этом критическая глубина разрушения волн определяется по [1] для естественного подводного склона. Затем по формуле (4) определяется $H_{н}$, а по формуле (5)—$H_{вв}$. По конструктивным соображениям на профиле прибрежной зоны назначается месторасположение гребня вала и его габариты. От точки $H_{вв}—a$ под углом ψ к горизонту проводится прямая линия до точки пересечения горизонтальной плоскости на глубине $H_{кр}$ (см. рис. 3), откуда проводится прямая линия уже под углом ψ_0 к горизонту. В точке пересечения этой линии с горизонтальной плоскостью на глубине $H_1 > H_{кр}$ проводится прямая линия под углом ψ_{01} к горизонту (в этом случае в формуле (2) подставляется уже не $H_{кр}$, а H) до пересечения горизонтальной плоскости на глубине $H_2 > H_1$ и т. д. Расчеты и построения проводятся до пересечения ломаной линии с профилем естественного склона. Шаг ΔH между горизонтальными плоскостями рекомендуется принимать равным 1 м.

Проводимые в течении двух лет эксперименты в районах Гагра, Сухуми, Батуми, Кобулети и др. показали достоверность теоретических разработок, надежность защиты берегов Грузии искусственными пляжами и вместе с тем эффективность и экономичность такой защиты.

НПО «Грузморберегозащита»
при Совете Министров
Грузинской ССР

(Поступило 21.6.1984)

ჰიდროტექნიკა

ვ. საყვარელიძე

ნაპირდამცავი ხვინჭიანი პლაჟების დასაპროექტებელი საანგარიშო გამოსახულებანი

რეზიუმე

მოცემულია საანგარიშო გამოსახულებანი და მეთოდი, რომელთა საშუალებითაც პროექტირდება დინამიური წონასწორობის პროფილის მქონე ხვინჭიანი ხელოვნური პლაჟის ფორმა და გაბარიტები.

HYDRAULIC ENGINEERING

V. V. SAKVARELIDZE

CALCULATION FORMULAE FOR DESIGNING COAST PROTECTION SHINGLE BEACHES

Summary

Calculation formulae and a method of constructing the profile of the dynamic equilibrium of a man-made beach are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Руководство по определению нагрузок и воздействия на гидротехнические сооружения (волновых, ледовых и от судов) П 58-76, ВНИИГ. Л., 1977.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 681.3.06

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Г. З. ЗАТИАШВИЛИ

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧЕК ПРИ ВОЗМОЖНОСТИ РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И КОПИРОВАНИЯ

(Представлено академиком И. В. Прангишвили 26.10.1984)

Для увеличения производительности вычислительных систем (ВС) в условиях случайных сбоев или отказов, разрушающих информацию, используют периодическое запоминание промежуточной информации в устройствах, где она защищена от разрушения (см., например, [1, 2]). Особенность использования контрольных точек (КТ) (т. е. места в программе, в котором происходит запоминание состояния программы), как и других программных средств повышения надежности функционирования ВС, зависит от архитектуры вычислительной машины, а также от требований, предъявляемых к системному программному обеспечению.

Предлагаемые рекомендации для организации КТ можно использовать в разработках системного программного обеспечения, которые имеют возможности распараллеливания процесса обработки информации и процесса запоминания промежуточной информации. В таких случаях процесс организации КТ можно разделить на два этапа: первый этап, когда процесс обработки информации приостановлен и происходит копирование всей необходимой информации для восстановления процесса обработки в той части оперативной памяти ЭВМ, которая специально зарезервирована для этой цели; второй этап — вывод промежуточной информации на внешнее запоминающее устройство (ВЗУ). Во время выполнения второго этапа организации КТ можно продолжать процесс обработки информации.

При осуществлении процесса организации КТ возможны отказы ВС, разрушающие информацию, что приводит к невозможности завершения процесса организации КТ, а также к невозможности продолжения процесса обработки информации. В этом случае процесс обработки информации возобновляется с того места программы, в котором было начато создание предыдущей КТ. Таким образом, очередная КТ будет организована в том и только в том случае, если не произойдет разрушающий отказ на промежутках копирования промежуточной информации в оперативной памяти, а также дальнейшего вывода копий на ВЗУ.

1. Постановка задачи. Рассмотрим систему с периодическим запоминанием промежуточной информации, описанную в [1]. Примем следующие обозначения: α_0 и α_1 — соответственно интенсивности не разрушающих и разрушающих информацию отказов системы: ψ_0 и ψ_1 — соответствующие длительности восстановления системы; $\Omega(t)$ — процесс наработки системы; Δ — период запоминания промежуточной информации, т. е. приращение процесса наработки на промежутке времени между соседними моментами начала организации КТ; φ — длительность промежутка времени организации КТ.

Особенность рассматриваемой в данной работе модели, в отличие от [1], состоит в следующем. Промежуток времени φ процесса организации КТ представляется в виде суммы $\varphi=\varphi_1+\varphi_2$. Здесь φ_1 — первый этап, на котором процесс обработки информации приостановлен. В момент окончания промежутка φ_1 необходимая информация для создания КТ подготовлена в оперативной памяти ЭВМ, но еще не находится на ВЗУ, где она будет защищена от разрушения. Для завершения организации КТ требуется время φ_2 (далее φ_1 и φ_2, а следовательно, и φ — постоянные величины). При этом организация КТ на промежутке φ_2 совмещается с процессом обработки информации. Следовательно, на таких промежутках φ_2 имеет место приращение наработки системы.

Отметим, что промежуточная информация, хранящаяся при организации КТ, соответствует уровню, достигнутому процессом наработки к началу соответствующего промежутка φ_1. Поскольку очередная КТ будет организована лишь в момент окончания промежутка φ_2, то в случае отказов системы на таких промежутках φ_2 процесс наработки системы возвращается к уровню, характеризуемому предыдущей КТ. Кроме того, в отличие от [1], в данной модели учитывается возможность отказов системы на промежутках φ. Требуется определить оптимальный период Δ^* между соседними моментами организации КТ, максимизирующий производительность системы $a=\lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{\Omega(t)}{t}$, в которой на промежутках φ_2 предусмотрено распараллеливание процесса обработки информации с процессом организации КТ.

2. Основные соотношения. Очевидно, что моменты успешного завершения организации КТ (т. е. моменты окончания промежутков φ_2, на которых не было отказов системы), являются моментами регенерации [3]. Назовем периодом регенерации $\eta(\Delta)$ соответствующий заданному периоду запоминания Δ промежуток времени между двумя соседними моментами регенерации. Очевидно, что приращение наработки системы на одном периоде регенерации составляет Δ. Следовательно, для определения производительности системы

$$a=\lim_{t\to\infty}\frac{\Omega(t)}{t}=\frac{\Delta}{M\eta(\Delta)} \tag{1}$$

достаточно определить $M\eta(\Delta)$.

Пусть, следуя [4], величина $\eta(\Delta,\ x)$ обозначает время, которое требуется для первого достижения уровня наработки Δ при условии, что в начальный момент $t=0$ процесс наработки находится на уровне $x\,(x<\Delta)$, т. е. $\Omega(0)=x$. В [4] получено выражение для преобразования Лапласа—Стилтьеса $\eta(\Delta,\ x,\ s)$ случайной величины $\eta(\Delta,\ x)$:

$$\eta(\Delta,\ x,\ s)=[h(s)\exp\{(x-\Delta)\,h(s)\}-\alpha_1\psi_1(s)(\exp\{(x-\Delta)\,h(s)\}-$$
$$-\exp\{\Delta h(s)\})]/[h(s)-\alpha_1\psi_1(s)(1-\exp\{-\Delta h(s)\})],$$

где $h(s)=s+\alpha_1+\alpha_0(1-\psi_0(s))$, откуда находим среднее значение величины $\eta(\Delta,\ x)$. А именно,

$$M\eta(\Delta,\ x)=-\eta'(\Delta,\ x,\ 0)=\alpha_1^{-1}h\,[\exp\{\alpha_1\Delta\}-\exp\{\alpha_1 x\}], \tag{2}$$

где $h=1+\alpha_0\psi_0+\alpha_1\psi_1$.

Теперь для нахождения периода регенерации рассмотрим вспомогательный процесс $\Omega_0(t)$, который отличается от процесса наработки $\Omega(t)$ только тем, что наработка продолжает расти и на промежутках φ. Для такого вспомогательного процесса длительность периода регенерации совпадает с длительностью промежутка времени достижения наработки $\Delta+\varphi$ при условии, что в начальный момент $t=0$ процесс наработки находится на уровне φ_2 $(\Omega_0(0)=\varphi_2)$. Следовательно, для его нахождения можно воспользоваться формулой (2), заменив в ней x на φ_2, а Δ на $\Delta+\varphi$. Таким образом, получаем

$$M\eta(\Delta,\ x)=M\eta(\Delta+\varphi,\ \varphi_2)=\alpha_1^{-1}h(\exp\{\alpha_1(\Delta+\varphi)\}-\exp\{\alpha_1\varphi_2\}). \qquad (3)$$

Если учесть формулы (1) и (3), для производительности системы будем иметь

$$a=\alpha_1\Delta\exp\{-\alpha_1\varphi_2\}/h[\exp\{\alpha_1(\Delta+\varphi-\varphi_2)\}-1]. \qquad (4)$$

3. Оптимизация периода запоминания. Обозначим через $h_1=h\exp\{\alpha_1,\ \varphi_2\}$. Для нахождения оптимального периода запоминания Δ^*, следуя [1], найдем выражение, обратное производительности a:

$$1/a=\alpha_1^{-1}h_1[\exp\{\alpha_1(\Delta+\varphi-\varphi_2)\}/\Delta-1/\Delta].$$

Вычисляя производную по Δ и приравнивая ее к нулю, получаем

$$\exp\{\alpha_1(\Delta+\varphi-\varphi_2)\}[\alpha_1\Delta-1]+1=0. \qquad (5)$$

Соотношение (5) отличается от приведенного в [1] и позволяет учитывать следующие особенности рассматриваемой системы: 1) возможность отказов системы, разрушающих и не разрушающих информацию на промежутках $\varphi=\varphi_1+\varphi_2$ организации КТ; 2) возможность распараллеливания процесса организации КТ с процессом обработки информации на промежутках φ_2.

Нетрудно видеть, что уравнение (5) имеет единственное решение Δ^0 в области $\Delta>0$. Действительно, функция $F(\Delta)=\exp\{\alpha_1(\Delta+\varphi-\varphi_2)\}\times\times[\alpha_1\Delta-1]+1$ в точке $\Delta=0$ принимает отрицательное значение. Кроме того, в области $\Delta>0$ $F(\Delta)$ является возрастающей функцией, причем $\lim\limits_{\Delta\to\infty}F(\Delta)=+\infty$. Так как ясно, что период регенерации Δ не может быть меньше промежутка φ_2 (необходимо завершение организации предыдущей КТ до начала организации последующей), то $\Delta^*=\max\{\varphi_2,\Delta^0\}$. Приведем необходимое и достаточное условие, при котором $\Delta^*=\varphi_2$ (т. е. организация очередной КТ следует сразу после завершения организации предыдущей КТ). Таким условием является неравенство $\varphi_2\geqslant\alpha_1^{-1}(1-\exp\{-\alpha_1\varphi\})$. Кроме того, при $\varphi_2\leqslant\alpha_i^{-1}(1-\exp\{-\alpha_1\varphi\})$ $\Delta^*=\Delta^0$.

Представляет интерес для практики нахождение Δ^0 при малых интенсивностях разрушающих отказов α_1. Из уравнения (5) легко получить

$$F(\Delta)=\alpha_1^2\Delta^2/2-\alpha_1(\varphi-\varphi_2)-\alpha_1^2(\varphi-\varphi_2)^2/2+0(\alpha_1^2).$$

Следовательно, при $\alpha_1\to0$ имеем следующее асимптотическое соотношение:

$$\Delta^0\sim[2\alpha_1^{-1}(\varphi-\varphi_2)+(\varphi-\varphi_2)^2]^{1/2}. \qquad (6)$$

Замечание. В случае $\varphi_2=0$ полученное асимптотическое соотношение для оптимального периода Δ^* (в этом случае $\Delta^*=\Delta^0$) отличается от приведенного в работе [1] множителем $(1+\alpha_0\psi_0)(1-\alpha_1\varphi/2)$ в подкоренном выражении из-за того, что рассматриваемая модель учитывает возможность отказов системы на промежутках организации КТ.

ТНИИСА НПО «Элва»

(Поступило 31.10.1984)

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

გ. ზათიაშვილი

საკონტროლო წერტილების გამოყენების თავისებურებანი ინფორმაციის დამუშავების და კოპირების პროცესების პარალელურად შესრულების შესაძლებლობისას

რეზიუმე

დადგენილია გამოთვლითი პროცესის შუალედური ინფორმაციის შენახვის ოპტიმალური მართვა, როდესაც შესაძლებელია ამოცანის შესრულებისა და ინფორმაციის შენახვის პროცესების პარალელურად შესრულება. საკონტროლო წერტილების ორგანიზაციის დროს შესაძლებელია ინფორმაციის დაზიანება.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

G. Z. ZATIASHVILI

SPECIFICITIES OF THE APPLICATION OF CONTROL POINTS UNDER POSSIBLE SIMULTANEOUS DATA PROCESSING AND COPYING

Summary

Optimal control is established over the storage of intermediate information of a numerical process when the processes of solution of the problem and of storage of information can be simultaneous. Distortion of information is allowed at the time of storage.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Н. Коваленко, Л. С. Стойкова. Кибернетика, № 5, 1974, 73—75.
2. А. С. Вайрадян, А. В. Коровин, В. Н. Удалов. Эффективное функционирование управляющих мультипроцессорных систем. М., 1984, 327.
3. Д. Кокс, В. Смит. Теория восстановления. М., 1967.
4. Г. Л. Бродецкий. Препринт 75—33, ИК УССР, 1975, 33.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 581.6

БОТАНИКА

Дж. Н. АНЕЛИ, Н. А. АНЕЛИ

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОСТРУКТУРНЫХ ОТПЕЧАТКОВ ЭПИДЕРМЫ РАЗЛИЧНЫХ ОРГАНОВ РАСТЕНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Ш. Нахуцришвили 15.5.1984)

Известны некоторые способы получения эпидермы от органов растений для микро- и макроскопического изучения. Так, в работе [1] дан способ получения отпечатков эпидермы при помощи слизистого вещества Cordia obliqua и латекса Jatropha gossipifolia, J. pandurifolia, Monilcaria. В другой работе [2] предложен быстрый и простой способ получения отпечатков эпидермы применением вязкой эмульсии Rhoplex AC-33.

Ввиду того что пленкообразователь Rhoplex AC-33 дорогостоящий и Советский Союз его не импортирует, мы предлагаем для решения вышеуказанного вопроса способ, в котором применяем фенолополивинилацетальные клеи (ГОСТ 12172—74, БФ-2, БФ-6).

Предложенный нами способ осуществляется следующим образом. На поверхность свежего или сухого листа кистью или стеклянной палочкой наносится клей БФ-2 или БФ-6 (применение других марок БФ не дало положительных результатов) тонким слоем. Через 5—10 мин после подсыхания клея с помощью иголки, скальпеля или пинцета легко снимается пленка с отпечатком микроструктуры эпидермы. Пленка кладется на предметное стекло и просматривается в микроскопе, в котором прекрасно видны поверхностные структурные детали эпидермы (устьица, основоположные клетки, жилки, складчатость, бугорчатость и др.). Обыкновенно последние две детали в натуральном срезе эпидермы в микроскопе не видны или выражены неразборчиво.

Для лучшей сохранности и использования в работе пленку с отпечатком рекомендуем заклеивать в двухслойном картоне-шаблоне: на обоих слоях картона делаются круглые вырезы, в которые помещаются пленки с отпечатком, края слоев склеиваются, после чего отпечатки можно просматривать в микроскопе (рис. 1, а, б).

Шаблоны можно хранить в специально приготовленных конвертах (рис. 1, в). На поверхности шаблона и конверта делаются соответствующие надписи. Препараты сохраняются длительное время, годами. Таким образом можно создавать фонд отпечатков эпидермы — «эпидермотеку».

В некоторых случаях при работе с объектом небольшой площади (мизерный кусочек листа), когда исследуемый материал невозможно брать руками, объект приклеивается на бумагу, наносится сверху клей и далее используется вышеописанный способ. При работе с высохшими, морщинистыми листьями, при плохо высушенном материале, лист заранее смачивается 50%-ным этиловым спиртом или же размягчается в теплой воде. После размягчения и выпрямления лист-слепка высушивается, наносится клей и снимается пленка с отпечатком.

Матричные пленки можно получить довольно больших размеров ($1-2$ см^2 и более), при тщательной тренировке — даже с целого листа. Способ проверен на Cataranthus rosea, видах родов Hedera, Acer, Platanus, Monstera, Blexnum, Laurocerasus, Begonia metalica (рис. 2—1,2), Digitalis ferruginea (рис. 2 — 3,4).

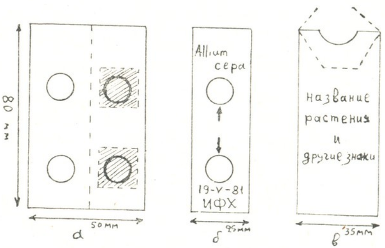
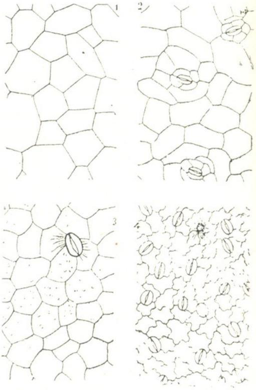


Рис. 1. Образцы монтировки предметной рамки и пакета: а — предметная рамка в открытом виде со свободными отверстиями (Д 13 мм), с контурами пленки; б — предметная рамка в закрытом (заклеенном) виде (↑ — верхняя матрица, ↓ — нижняя матрица); в — пакет

Пленку с отпечатком эпидермы можно получить также при помощи фуропласта или оргстекла, растворенного в дихлорэтане. Но они

Рис. 2. 1 — Begonia metalca — верхняя эпидерма листа; 2 — нижняя эпидерма листа; 3 — Digitalis ferruginea — верхняя эпидерма листа; 4 — нижняя эпидерма листа



по сравнению с клеями БФ менее качественные. Следовательно, из всех описанных способов наилучшим оказался способ с применением клея БФ-2 или БФ-6 как в смысле четкости изображения, так и прочности отпечатка.

Предлагаемый способ получения отпечатков проверен в отделе фармакоботаники Института фармакохимии АН ГССР в течение 5 лет. С его помощью быстро, без всяких приборов получены отпечатки эпидермы листа, зеленых стеблей, частей цветка, плодов и семян. Способ может применяться на нативных растениях. Он делает возможным повторное изучение одного и того же живого объекта, позволяя таким образом проследить в продолжение дня и ночи движение устьичного аппарата (степень открытости или закрытости устьиц для физиологических наблюдений) без повреждения листа.

Предлагаемый нами способ может быть испольован в любых случаях, где требуется получение отпечатков структур поверхности растений. При необходимости с оттисков можно сделать микрофотографии и проецировать на экран микропроектором МПР-1 или другими аппаратами того же назначения. Материалы (клей БФ-2 и БФ-6), используемые для получения отпечатков, не дорогостоящие и легко доступные.

Академия наук Грузинской ССР
Институт фармакохимии
им. И. Г. Кутателадзе

(Поступило 18.5.1984)

ბოტანიკა

ჯ. ანელი, ნ. ანელი

მცენარის ორგანოების ეპიდერმის ზედაპირული მიკროსტრუქტურული ანაბეჭდების მიღების მეთოდი

რეზიუმე

მოწოდებულია ბფ-2 და ბფ-6 წებოს საშუალებით მცენარის ორგანოების ეპიდერმის ზედაპირული ანაბეჭდების მიღების სწრაფი და მარტივი მეთოდი.

მცენარის ფოთოლი, ღერო ან ყვავილის გვირგვინის ფურცელი იფარება წებოს თხელი ფენით, რომლის შეშრობის შემდეგ (5—10 წუთი) პინცეტის საშუალებით ვაცლით წარმოქმნილ მშრალ აპკს. უკანასკნელს ვათავსებთ სასაგნე მინაზე და ვსინჯავთ მიკროსკოპით. წებოს აპკში ნათლად ჩანს მცენარის შესასწავლი ნაწილის ეპიდერმის ანაბეჭდის სტრუქტურული სურათი (ბაგეები, ფუძემდებელი უჯრედები, ძარღვები, ბუსუსები, იდიობლასტები, კუტიკულარული მოზაიკა და სხვა). აპკი შეიძლება დამზადდეს მთლიანი ფოთლიდანაც.

მეთოდი საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ ეპიდერმის ტოპოგრაფიული სურათი როგორც ნედლ, ისე ხმელ მცენარეთა (ჰერბარიუმი) ორგანოებიდან.

J. N. ANELI, N. A. ANELI

A TECHNIQUE OF OBTAINING MICROSTRUCTURAL IMPRINTS OF THE EPIDERMIS OF VARIOUS ORGANS OF PLANTS

Summary

It is suggested that phenolpolyvinylacetate glue (State standard 12172-74, БФ-2 or БФ-6) be used in obtaining the title imprints.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. L. Shan, B. V. Gopal. Stain Technol. 44, № 3, 1969.
2. G. E. Horanic, F. E. Gardiner. Bot. Gaz. 128, № 2, 1967.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲘ, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 581.3.142

БОТАНИКА

М. В. ГАГАНИДЗЕ

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ БИОЛОГИИ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН КЛЕВЕРА ПОЛЕВОГО В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Ш. Нахуцришвили 16.5.1984)

Представители широко распространенного и богатого видами семейства бобовых находят применение во многих отраслях народного хозяйства. Большое значение они имеют в деле создания прочной кормовой базы для дальнейшего развития животноводства и повышения его продуктивности [1]. Глубокое и всестороннее изучение местной флоры и, в частности, семейства бобовых, выявление новых для культуры дикорастущих видов и форм, их исследование и введение в производство имеют большое теоретическое и практическое значение.

Семенам бобовых растений свойственна твердосемянность, проблеме которой посвящено очень много работ как советских [2—4], так и зарубежных авторов [5, 6].

Для изучения твердых семян нами была поставлена цель установить условия, способствующие устранению непроницаемости воды через их оболочки и последующему прорастанию. В этой связи ставились опыты по выявлению роли в этом процессе температуры и влажности как ведущих факторов прорастания. В этих опытах в нашем распоряжении имелись семена с продолжительностью хранения 8 месяцев.

Известно [2], что так называемые «мягкие» семена бобовых (с водопроницаемой оболочкой), а также твердые семена с нарушенной оболочкой не требовательны к температуре, они дружно и быстро прорастают при постоянной или переменной температуре в широких границах. Поэтому всхожесть бобовых в подавляющем большинстве случаев успешно определяется при комнатной температуре. Это обстоятельство, как видно, послужило основанием противоречивости литературных данных по этому вопросу.

Для выявления температуры на устранение твердосемянности были проведены опыты с семенами клевера полевого, собранного в окр. Ширакской степи (Восточная Грузия), в урочище Касрисцкали в солодково-бородачниковой ассоциации — Botriochloetum glycyrrhiosum (Gl. glabra, B. ischaemum), где главным эдификатором является бородач, а субэдификатором — солодка голая.

В данной ассоциации участвуют: Koeleria cristata (L.) Pers., Phleum phleoides (L.) Simk., Medicago coerulea Less., Potentilla recta L., из однолетников и эфемеров: Bromus japonicus Thunb., Trifolium campestre Schreb., Vicia angustifolia L., Crucianella angustifolia L., Pterotheca marschalliana (Bchb.), Arabidopsis thaliana (L.) Heynh., Androsace elongata L. и др. [7].

На Кавказе встречаются 59 видов рода Trifolium, из них 40 видов распространены в Грузии [8].

Клевер полевой — Trifolium campestre Schreb. известен как однолетнее эфемерное кормовое растение, хорошо поедаемое крупным рогатым скотом, лошадьми, козами и особенно овцами [1, 9].

Методика работы сводилась к следующему. Твердые семена отбирались посредством проращивания, для чего семена раскладывались в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге и проращивались при комнатной температуре в течение 10 дней. По истечении этого срока проросшие, набухшие и загнившие семена выбрасывались, а твердые отбирались для опытов. Проращивание проводилось также в чашках Петри на ложе из влажного фильтра. В опытах применялась как постоянная (5, 10, 20, 25, 30, 35°), так и переменная температура с крайними вариантами 10—35°, 35—10°. Причем в каждом случае высокая температура поддерживалась в течение 6 часов, а низкая — 18 часов в сутки.

Особое внимание уделялось ходу прорастания семян при переменной температуре в целях приближения к естественным условиям, где семена находятся под воздействием непрерывно изменяющейся температуры. Проросшие семена подсчитывались через каждые 5 дней.

Из данных табл. 1 видно, что амплитуда температуры прорастания довольно высока — от 5 до 30°. Максимальное прорастание семян T. campestre (26% из общего числа семян) происходит при температуре 15°. При температуре 25° прорастает 20,5% семян. Температура выше 25° на прорастание действует угнетающе.

Таблица 1

Температура проращивания, °C	Прорастание семян, %
5	18
10	20
15	26
20	24
25	20,5
30	10,5
35	—
10—35	16
35—10	12

Интересно отметить, что в одном варианте опыта семена клевера с самого начала были помещены в камеру с 35°, однако в течение 10 дней ни одна зерновка здесь не проросла. Когда же эти семена перенесли временно в камеру с 10°, проросло 16% из всего числа семян. Следовательно, высокая температура (35°) угнетающе действует на прорастание семян клевера полевого, а временное влияние условий с температурой 10° снижает угнетающее действие высокой температуры.

Установив, что процесс снижения твердосемянности успешно протекает при сравнительно низкой температуре, мы решили выяснить, постоянная или переменная низкая температура более содействует ходу означенного процесса. Был проведен следующий опыт.

Твердые семена проращивались круглосуточно при низкой более или менее постоянной температуре (1—4°) и при этой же температуре в течение 18 часов в сутки с переносом их на 6 часов в среду с температурой (14—20°).

Как показывают данные табл. 2, прорастание семян при постоянной температуре (1—4°) идет гораздо интенсивнее, чем в условиях переменного температурного воздействия.

Результаты проращивания семян при высокой температуре, по данным табл. 1, подтверждают, что процесс нарушения твердосемянности клевера полевого идет при высокой переменной температуре более успешно, чем при высокой постоянной температуре. Следует отметить, что низкая положительная температура присуща осени, а относительно высокая — весне и оба эти периода являются наиболее благоприятными для массового прорастания семян и выживания всходов в природе.

Таблица 2

Влияние низкой постоянной и переменной температуры на прорастание семян

Температуры прорастания, °C					
1—4°			1—4° (18 часов) и 14—20° (6 часов)		
Проросло и набухло, %			Проросло и набухло, %		
10 дней	1 месяц	2 месяца	10 дней	1 месяц	2 месяца
0	18	31	2	6	19

Вслед за установлением температурных условий, обеспечивающих как минимальное, так и максимальное прорастание семян клевера полевого, этот процесс был изучен нами в условиях различных градаций влажности субстрата. Опыты проводились при трех вариантах увлажнения: 80; 60; 20% влаги в субстрате. В качестве последнего использовался промытый и прокаленный речной песок.

Выяснилось (табл. 3), что максимальное прорастание семян клевера полевого наблюдается при температуре 15° и 80% влажности (от полной влагоемкости) субстрата.

Таблица 3

Влияние температуры и влажности на прорастание семян клевера полевого

Температура, °C	Влажность, %	Прорастание, %
15	80	34
15	60	8
15	20	24
30	80	14
30	60	14
30	20	6

Температурные условия и условия влажности, созданные в нашем лабораторном опыте для преодоления водонепроницаемости семян клевера полевого, совпадают с аналогичными показателями в природе (в Ширакской степи) при прорастании семян весной.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы: температура является главным фактором нарушения водонепроницаемости оболочек твердых семян клевера полевого; для прорастания семян клевера полевого наиболее эффективной является низкая температура, а наименее благоприятной — комнатная температура (14—20°); постоянная низкая положительная температура (1—4°) во много раз эффективнее, чем переменная (1—4° в течение 18 часов и 14—20° в течение 6 часов); в области высоких температур переменная температура в пределах 10—35° и 35—10° более эффективна, чем постоянная 30°; максимальное прорастание семян клевера полевого наблюдается при температуре 15° и 80% влажности (от полной влагоемкости) субстрата.

Академия наук Грузинской ССР
Институт ботаники
им. Н. Н. Кецховели

(Поступило 18.5.1984)

ბოტანიკა

მ. ღაღანიძე

ლაბორატორიულ პირობებში ველის სამყურას თესლის აღმოცენების ბიოლოგიის ზოგიერთი საკითხი

რეზიუმე

ველის სამყურას მაგარი თესლის, ძნელად წყლისგამტარი გარსის დამშლელ მთავარ ფაქტორს ტემპერატურა წარმოადგენს.

ველის სამყურას თესლის აღმოცენებისათვის უფრო ეფექტურია დაბალი (1—4°) ტემპერატურა, ვიდრე ოთახისა (14—20°).

დაბალი მუდმივი ტემპერატურა (1—4°) ბევრად უფრო ეფექტურია, ვიდრე ცვალებადი (1—4°) 18 საათისა და (14—20°) 6 საათის განმავლობაში, ხოლო მაღალი ტემპერატურის ფარგლებში უფრო ეფექტურია ცვალებადი 10—35° ფარგლებში და 35—10° ვიდრე მუდმივი 30°.

ველის სამყურას თესლის მაქსიმალური აღმოცენება აღინიშნება 15° ჰაერის ტემპერატურისა და 80% სუბსტრატის ტენის (სრული ტენტევადობის) პირობებში.

BOTANY

M. V. GAGANIDZE

SOME ASPECTS OF THE BIOLOGY OF GERMINATION OF FIELD CLOVER SEED UNDER LABORATORY CONDITIONS

Summary

Temperature is a major factor in breaking the waterproof hard seed-coat of field clover. Most effective for field clover seed germination is low temperature, whereas room temperature (14-20°C) is least favourable. Constant low temperature (1-4°C) is much more effective than variable (1-4°C) during 18 hours, and (14-20°C) during 6 hours. As for high temperatures, most effective is variable temperature (10-35°C and 35-10°C) than constant 30°C. Maximum germination of field clover seed is observed at 15°C and maximum 80% humidity of the entire moisture capacity of the substrate.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. В. Ларин. Луговодство и пастбищное хозяйство. Л., 1975.
2. А. М. Овеснов, Л. И. Волкова. Изв. Ест.-науч. ин-та при Пермском ун-те, т. 14, вып. 5, 1961.
3. А. В. Попцов. Раст. ресурсы, т. 10, вып. 3, 1974.
4. А. В. Попцов. Биология твердосемянности. М., 1976.
5. I. Martin. Proc. Iowa Acad. Sci. v. 51, 1945.
6. C. M. Rincker. Electr. Farm., Mag. 20, № 2, 1956.
7. М. Э. Сохадзе. Эколого-биологические и ценотические особенности растений бородачевой степи Восточной Грузии. Тбилиси, 1977.
8. С. Я. Тер-Хачатурова. Кормовые бобовые большого Кавказа. Тбилиси, 1966.
9. Т. А. Школьникова. Изв. Молд. ФАН СССР, № 4, 1957.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 582.2/3

БОТАНИКА

Л. К. КУХАЛЕИШВИЛИ

К ИЗУЧЕНИЮ СИНЕЗЕЛЕНЫХ ВОДОРОСЛЕЙ ВЕРХНЕЙ РАЧИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Ш. Нахуцришвили 15.6.1984)

До начала наших исследований в литературе были известны две работы [1, 2], в которых в общей сложности отмечено 9 видов из отдела Cyanophyta. Мы попытались в пределах возможности расширить сведения о синезеленых водорослях Верхней Рачи, в первую очередь выявить их видовой состав и распределение по основным местообитаниям на данной территории.

В результате наших исследований за летний период 1981 г. обнаружено 45 видов и форм синезеленых водорослей, которые распределились по 3 классам следующим образом: Hormogoniophyceae — 29 видов и форм, Chroococcophyceae — 15 и Chamaesiphonophyceae — 1 вид. Класс Hormogoniophyceae представлен 3 порядками. Большая часть обнаруженных видов этого класса принадлежит к порядку Oscillatoriales (22 вида и формы), больше половины которых (19 видов и форм) объединено в 4 рода семейства Oscillatoriaceae. Остальные 3 вида принадлежат к роду Schizothrix из семейства Schizothrichaceae.

В семействе Oscillatoriaceae видовым разнообразием выделяются роды Phormidium и Oscillatoria: в водоемах исследуемого района представлено по 8 видов каждого. Из них обильно развивающимся и к тому же характерным почти для всех типов водоемов оказался Phormidium autumnale. Остальных представителей мы находили не часто, хотя некоторые из них развивались хорошо, как например Oscillatoria brevis, O. terebriformis, O. begiatoiformis f. caucasica, Phormidium favosum, Ph. bohneri. Что касается представителей других родов этого семейства (Spirulina, Lyngbya), то они встречались чрезвычайно редко и какой-либо роли не играли.

Следующие 2 порядка — Stigonematales и Nostocales представлены меньшим разнообразием видов: всего 7 из 5 семейств. Наиболее развивающиеся среди них — Nostoc paludosum и Scitonema ocellatum, но, как и остальные представители этих порядков, они очень ограничены в своем распространении и большого значения не имеют.

Класс Chroococcophyceae в водоемах изучаемого района представлен 1 порядком — Chroococcales, включающим в себя 6 родов. По количеству видов доминирующими были: Gloeocapsa—5 видов, Microcystis—4, Merismopedia — 3. А роды Tetrarcus, Dactylococcopsis, Gomphosphaeria представлены 1 видом каждый.

Самыми распространенными из них оказались Microcystis muscicola, M. grevillei, M. pulverea, Merismopedia tenuissima, M. glauca, Gloeocapsa montana, G. turgida. Они встречались почти во всех типах водоемов, но в особенно большом количестве в стоячих и медленно протекающих мелких водах. Других представителей этого порядка мы находили редко и в небольшом количестве.

Обнаруженные нами синезеленые водоросли в водоемах Верхней Рачи распределены неравномерно. Богаче всего населены ими различные субстраты (камни, бетонные, железные, деревянные и другие предметы), увлажняемые водой родничков, ручейков, водопадов или погруженные в проточные воды. Довольно богатыми оказались лужи и стоячие водоемы. В них найдены 24 представителя отдела Cyanophyta. Из исследуемых нами озер, в которых обнаружено 19 видов и форм, самым богатым оказалось оз. Штала. Незначительное количество (13 видов и форм) найдено в минеральных источниках.

Выявленные нами синезеленые водоросли указываются впервые для Верхней Рачи.

Tetrarcus ilsteri Skuja — в зарастающем озере у перевала Мамисони. Dactylococcopsis rhaphidioides Hangsg.—в выжимках водных растений в маленьком озере в местности Гориболо у перевала Гезевцек. Merismopedia glauca (Ehr.) Näg. — на камнях у берегов рр. Риони и Зопхитура, в мелких стоячих и медленно проточных водах в окр. сс. Геби, Чиора, Сагполо, Зопхито, в выжимках из мхов и травянистых растений в оз. Штала. M. punctata Meyen — в загрязненной скотом луже у перевала Мамисони, на камнях в рукаве р. Риони у с. Чиора. M. tenuissima Lemm. — на камнях, в мелких стоячих и медленно проточных водах в окр. сс. Сагполо, Чиора, Шкмери, курортов Шови и Уцера; в истоках р. Хари, в оз. Кведа у берега. Microcystis grevillei (Hass.) Elenk. emend. — на деревянных и железных предметах в воде, в выжимках из мхов и травянистых растений, в стоячей воде, в минеральном источнике, в оз. Штала и в зарастающем озере у перевала Мамисони, в окр. сс. Пипилети, Шкмери, Кведа. M. muscicola (Menegh.) Elenk. — на различных предметах в ручейках, источниках, стоячих водах, в маленьком зарастающем озере в с. Гона, в окр. сс. Геби, Чиора, Зудали, Шкмери, курорта Шови и г. Они. M. pulverea (Wood) Forti emend. Elenk. — в оз. Штала и в маленьких зарастающих озерах в с. Гона и у перевала Мамисони, в стоячей воде в местности Штала. M. pulverea f. conferta (W. et G. S. West) Elenk. — на камнях в минеральном источнике в с. Глола. Gloeocapsa dermochroa Näg. — на камнях, увлажняемых водой р. Хари у ее истоков, на бетонной стене под питьевым источником в курорте Шови. G. minuta (Kütz.) Hollerb. ampl.— в стоячей воде у оз. Кведа. G. montana (Kütz.) ampl. Hollerb.—на увлажняемой водой бетонной стене, в выжимке из мхов, в болоте, в стоячей воде, в маленьком зарастающем озере в с. Гона и оз. Штала, в окр. с. Зудали, курорта Шови, местности Штала. G. punctata Näg. ampl. Hollerb. — на бетонной стене, увлажняемой питьевым источником, в курорте Шови. G. turgida (Kütz.) Hollerb. emend. — на увлажняемой питьевым источником бетонной стене, в выжимках из мхов и водных растений, в болоте, в оз. Штала и в маленьких зарастающих озерах, в окр. сс. Гона, Чиора, поревала Мамисони, местности Штала. Gomphosphaeria lacustris Chod. — у берега в оз. Сасвано на горе Сасвано. Oncobyrsa rivularis (Kütz.) Menegh. — на камнях в истоках р. Хари, Stigonema ocellatum (Dillw.) Thur. — в выжимках из мхов и среди травянистых растений в оз. Штала у берега, в стоячей воде в местности Штала. Nostoc paludosum

Kütz.—в тех же водоемах и в болоте там же, а также среди мхов в истоках р. Чанчахи. Anabaena lapponica Borge — в выжимках из мхов в болоте в местности Штала. A. sp. — на бетонной стене среди нитчатых водорослей под питьевым источником, в выжимках из мхов и травянистых растений, в загрязненной скотом луже, в минеральном источнике, в мелких стоячих водах, в оз. Штала у берега, и в маленьком зорастающем озере у перевала Мамисони, в окр. сс. Саглоло, Шкмери, курорта Шови, г. Они, перевала Мамисони. Tolypothrix tenuis Kütz. — на камнях и деревянных предметах в родничке в смешанном лесу в ущ. р. Сакаура. Calothrix brauni Born. et Flach. — на камнях и железных предметах, на бетонной стене, увлажняемых питьевой водой, в стоячей воде в окр. сс. Геби, Зудали, курорта Шови. C. sp. — на деревянном желобе под питьевым источником у оз. Кведа. Oscillatoria brevis (Kütz.) Gom. — на бетонной стене в минеральном источнике, в загрязненных скотом и дождевых лужах в окр. сс. Геби, Гари, Пипилети, курорта Уцера. O. limosa Ag. — на камнях в минеральном источнике по дороге от с. Геби к с. Гона. O. princeps Vauch. — на камнях и на скале под водопадом в с. Ончеви O. pseudogeminata G. Schmid — на бетонной стене под минеральным источником в с. Глола. O. tenuis Ag. — в минеральной воде в с. Пипилети. O. tenuis f. tergestina (Kütz.) Elenk. — в минеральном источнике в с. Саглоло. O. terebriformis (Ag.) Elenk. emend. — на камнях и железных предметах, в минеральных источниках в окр. сс. Саглоло, Глола, Гуршеви, курорта Уцера, г. Они. O. beggiatoiformis (Grun.) Gom. f. caucasica (Elenk. et Kossinsk.) Kondrat. — на камнях и бетонных предметах в минеральных источниках в окр. сс. Глола, Гуршеви, курорта Уцера. Spirulina subtilissima Kütz. — на камнях в канаве с проточной мелкой водой в г. Они. S. sp. — в загрязненном отарой овец маленьком озере на горе Сасвано. Phormidium angustissimum W. et G. S. West — на камнях в минеральном источнике в с. Глола. Ph. autumnale (Ag.) Gom. — на увлажняемых камнях, железных и деревянных предметах, бетонных стенах, в стоячих и текучих водах, родничках, питьевых источниках, по берегам рр. Риони, Чвешура, Кведрула, Гарула, Хари, Джеджора, в дождевой луже, водосборном бассейне «Цхратависцхаро» в с. Кведа, в загрязненном отарой овец маленьком озере на горе Сасвано, в окр. сс. Геби, Чиора, Гона, Кведа Гари, Шкмери, Лесора, Зудали, Пипилети, курорта Уцера, перевала Гезевцек, местностей Гориболо и Поцхвреби, в окр. оз. Кведа, ущ. р. Сакаура. Ph. bohneri Schmidle — на деревяном желобе под питьевым источником в окр. оз. Кведа. Ph. favosum (Bory) Gom. — на камнях, бетонной стене, в родничке, водопаде, водосборном бассейне «Цхратависцхаро» в с. Кведа, в стоячей мелкой воде, в окр. сс. Ончеви, Кведа, курорта Уцера, ущ. р. Сакаура. Ph. foveolarum (Mont.) Gom. — на бетонной стене питьевого источника в курорте Шови, на камнях в канаве с мелкой проточной водой в г. Они. Ph. fragile (Menegh.) Gom. — в дождевой луже в окр. с. Пипилети. Ph. frigidum F. E. Fritsch — там же и на цементной стене питьевого источника в курорте Шови. Ph. tenue (Menegh.) Gom. — на камнях в минеральном источнике в с. Саглоло. Lyngbya nigra Ag. — на увлажняемой бетонной стене водосборного бассейна «Цхратависцхаро» в окр. с. Кведа. Schizothrix coriacea (Kütz.) Gom. — на камнях и деревянных предметах в родничке в смешанном лесу в ущ. р. Сакура. Sch.

lenormandiana Gom. — на увлажняемых камнях, бетонной стене и деревянных предметах в питьевых и минеральных источниках, в рр. Чвешура, Риони, Хари (истоки), в окр. сс. Геби, Шкмери, курорта Уцера. Sch. tenuis Woronich. — в стоячей воде в курорте Шови.

Академия наук Грузинской ССР
Институт ботаники
им. Н. Н. Кецховели

(Поступило 15.6.1984)

ბოტანიკა

ლ. კუხალეიშვილი

ზემო რაჭის ლურჯმწვანე წყალმცენარეების შესწავლისათვის

რეზიუმე

ჩვენი გამოკვლევების დაწყებამდე ზემო რაჭიდან ლურჯმწვანე წყალმცენარეთა ცხრა წარმომადგენელი იყო ცნობილი. ჩვენ შევეცადეთ შეძლებისდაგვარად გაგვეფართოებინა ცნობები მათ შესახებ. 1981 წ. ზაფხულის პერიოდში მოცემულ რაიონში ჩატარებული ალგოლოგიური კვლევის შედეგად გამოვლინდა ლურჯმწვანე წყალმცენარეთა 45 წარმომადგენელი, რომლებიც ადრე ამ ტერიტორიისათვის არ იყო მითითებული. მოცემულია მათი მოკლე სისტემატიკურ-ფლორისტული ანალიზი.

BOTANY

L. K. KUKHALEISHVILI

ON THE STUDY OF CYANOPHYTA IN UPPER RACHA

Summary

Prior to the present study 9 species of Upper Rachan blue-green algae were known in the specialist literature. With a view to expanding the information on the algae in question, the author conducted algological investigations in the indicated region in the summer of 1981. As a result 45 representatives of Cyanophyta, earlier unknown in the territory of the region, were identified. A brief systematic-floristic analysis is presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. А. Иванов. Труды Имп. С.-Петербургского о-ва естествознания, т. 33, вып. 1, 1902.
2. Т. Е. Джибладзе. Тез. II Респ. науч.-метод. конф. биологов высших учебных заведений Грузинской ССР. Тбилиси, 1980.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 633.2+282

ბოტანიკა

ი. მაისაია

ქართული ღომის ყვავილობის შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ნახუცრიშვილმა 18.12.1984)

ღომი — Setaria italica (L) Beav. — საქართველოსათვის უძველესი კულტურაა. ქართული ღომი ჩვენს ფლორას შემორჩა როგორც რელიქტი. იგი ფორმათა საკმაოდ დიდი მრავალფეროვნებით გამოირჩევა და განსხვავდება ამ კულტურის მსოფლიო კოლექციის სხვა წარმომადგენლებისაგან როგორც მორფოლოგიური, ისე ბიოლოგიური ნიშან-თვისებებით. ზოგი თვისება — ჩაწოლისადმი გამძლე ღერო, ფართო ფოთლიანობა, დიდი ზომის ყვავილედი, გვერდით ყვავილედებში თავთუნთა დიდი რაოდენობა და სხვა — მნიშვნელოვანია სელექციისათვის.

ქართული ღომის ფორმათა შორის გენეტიკური ურთიერთობის დადგენა და ამ ფორმების სელექციურ საქმიანობაში წარმატებით გამოყენება ყოველთვის იქცევდა მკვლევართა ყურადღებას [1—3], მაგრამ აღნიშნული მიმართულებით კვლევას ხელს უშლის ხელოვნურ ჰიბრიდიზაციასთან დაკავშირებული სიძნელეები. როგორც ცნობილია, ამ პროცესის განხორციელებისათვის ჩვეულებრივ მიმართავენ მოუმწიფებელი ყვავილის გახსნას და მისგან მტვრიანების ამოცლას. ეს კი ღომში იწვევს დინგის მექანიკურ დაზიანებას, ან გამოშრობას, რაც მის ცხოველქმედებას მნიშვნელოვნად აქვეითებს.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, მიზნად დავისახეთ ღომის ქართული ფორმების ყვავილობის ბიოლოგიის გულდასმით შესწავლა და ხელოვნური ჰიბრიდიზაციის ეფექტიანი მეთოდის შემუშავება.

როგორც ცნობილია, ღომის ყვავილები მსხვილ თავთავისებრ საგველა ყვავილედადაა შეკრებილი, რომელიც მოთავსებულია ღეროს დაბოლოებაზე (სურ. 1).

ვლ. მენაბდეს ღომის ტიპის ყვავილედის აღსანიშნავად უფრო მოხერხებულ ტერმინად მიაჩნია მისი ხალხური სახელწოდება „თაველი“ [1].

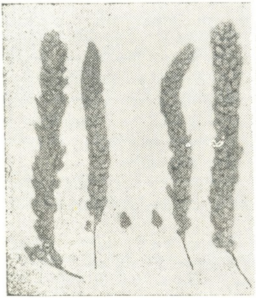
თაველზე (თავთავისებრი საგველა) განლაგებულია თავთუნები. ღომის თავთუნი ორყვავილიანია, მაგრამ ჩვეულებრივ განვითარებულია მხოლოდ ერთი ყვავილი, ქვედა უნაყოფო განიცდის რედუქციას და წარმოდგენილია ერთი კარგად განვითარებული ყვავილის კილის სახით, რომელიც განიხილება როგორც თავთუნის მესამე კილი. იგი მჭიდროდ ფარავს თავთუნის ნაყოფიერ ყვავილს. საკუთრივ თავთუნის კილი კი ორია. ამდენად თავთუნი სამკილიანია. ყვავილი გარედან დაფარულია ყვავილის ორი კილით, ხოლო მესამე — ქვედა ყველაზე მოკლე — თავთუნის ფუძესთანაა მოთავსებული. იგი თავისი ფართო ფუძით თითქმის მთლიანად გარს ეკვრის თავთუნის მთელ ფუძეს, წვერში კი მთავრდება მახვილი სამკუთხედით, სიგრძით ძლივს აღწევს თავთუნის სიგრძის ერთ მესამედს. კილები მჭიდროდაა ერთმანეთში ჩამჯდარი, მხოლოდ ყვავილობის პერიოდში იხსნება. მათ შორის მოთავსებულია სამი მტვრიანა და ერთი ბუტკო.

განაყოფიერების შემდეგ ვითარდება თესლი — მარცვალი, რომელიც მჭიდროდ არის ყვავილის კილებში მოთავსებული და ჩვეულებრივი გალეწვით

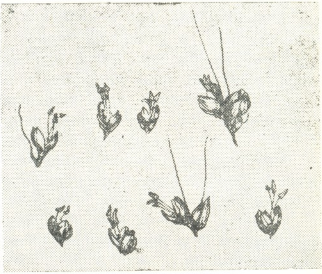
მისგან ვერ თავისუფლდება, ამიტომ მარცვლის ფერს ხშირად ყვავილის კილის ფერით განსაზღვრავენ. აღსანიშნავია ისიც, რომ ზოგჯერ მარცვლის ფერი არ ემთხვევა ყვავილის კილის ფერს. თავთუნის კილები მოთეთრო, მოყვითალო, ჩალისფერ-ყვითელი ან იისფერია.

ღომი ერთწლოვანი მცენარეა. ჩვენში იგი ითესება აპრილის თვეში. მისი ყვავილობა ივლის-აგვისტოს თვეებში მიმდინარეობს. ყვავილი იშლება დილით ძალიან ადრე. ყვავილობას ჯერ თაველის კენწეროს ყვავილები იწყებენ, შემდეგ კი თანდათანობით ვრცელდება მთელ თაველზე. მასიური ყვავილობაა დილის 6—8 საათზე. ყვავილობის ხანგრძლივობა ამინდზეა დამოკიდებული. ღრუბლიან, გრილ ამინდში იგი გახანგრძლივებულია და გრძელდება დღის 11—12 საათამდე. მზიანი მშრალი ამინდის დროს ყვავილობა ადრე მთავრდება, დაახლოებით 9—10 საათისათვის.

ყვავილობის პერიოდში იხსნება ყვავილის კილები, მტვრიანების ძაფები იზრდება და სამტვრეები გარეთ გადმოეკიდება (სურ. 2). ამ დროისათვის სამტვრეში მტვერი მომწიფებულია, მტვრიანის გახსნა მიმდინარეობს წუთის ფარგლებში. მტვერი რამდენადმე წებოვანია, ამიტომ გადმობნეული მტვერი ადვილად ეწებება მტვრიანებს შორის მოთავსებულ ბუტკოს დინგს.



სურ. 1



სურ. 2

დამტვერვის შემდეგ ყვავილი იხურება, მტვრიანები და დინგი ხშირად დახურული ყვავილის გარეთ რჩებიან, ამასთანავე, რაკი მათ შეასრულეს თავისი ფუნქცია, ჭკნებიან.

არის ისეთი შემთხვევებიც, როცა დამტვერვა დახურულ ყვავილში მიმდინარეობს. ეს ხდება მაშინ, როდესაც მტვრიანების ძაფები შედარებით მოკლეა.

როგორც ვხედავთ, ღომი თვითმტვერია მცენარეა. ამას ხელს უწყობს ბუტკოსა და მტვრიანების ერთდროული მომწიფება, აგრეთვე ის, რომ ყვავილში მტვრიანა და ბუტკოს დინგი იმდენად ახლოს არიან ერთიმეორესთან, რომ სამტვრე პარკის გახსნისას გამობნეული მწიფე მტვრის მარცვლები პირველ რიგში იმავე ყვავილის ბუტკოს დინგზე ხვდება. არ არის გამორიცხული ღომის ჯვარედინი დამტვერვა [3]. ღომის პოპულაციებში ჰიბრიდების არსებობას და ფორმათა ესოდენ დიდ მრავალფეროვნებას მკვლევარები სწორედ ჯვარედინი დამტვერვით ხსნიან.

ჩვენი კვლევის შედეგებიდან გამომდინარე მიგვაჩნია, რომ ხელოვნური ჰიბრიდიზაციის წარმატებით განხორციელებისათვის აუცილებელია კასტრაცია და დამტვერვა ჩატარდეს ერთდროულად ყვავილის გაშლის მომენტში. ყვავილს უნდა მოსცილდეს სამტვრეები და დინგი დაიმტვეროს წინასწარ შეგროვილი მწიფე მტვრით. კასტრაციაც და დამტვერვაც უნდა განხორციელდეს დიდი სიფრთხილით. განსაკუთრებით დიდი სიფრთხილეა საჭირო კასტრაციისას, პინცეტი ისე უნდა მოვდოთ მწიფე მტვრიანას, რომ ის არ გაიხსნას.

ჩვენს მიერ განხორციელებულ შეჯვარებათა წარმატებულობამ გვიჩვენა, რომ ჰიბრიდიზაციისათვის ყველაზე საუკეთესო დროა დილის 5—6 საათი. წარმატებითი შეჯვარებულობის პროცენტი ჩვენს ცდებში მერყეობს 20—85% ფარგლებში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ნ. კეცხოველის სახელობის ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 21.12.1984)

БОТАНИКА

И. И. МАИСАЯ

К ИЗУЧЕНИЮ ЦВЕТЕНИЯ ГРУЗИНСКОГО ГОМИ

Резюме

Древнейшее реликтовое растение культурной флоры Грузии — гоми (Setaria italica) отличается от других представителей мировой коллекции данного вида многообразием форм и некоторыми значительными биологическими и морфологическими признаками (устойчивость к полеганию, широколиственность, длинные соцветия со множеством боковых соцветий и колосков и др.). Для лучшего использования данного растения в селекционной работе изучена биология цветения и разработан метод кастрации и искусственного опыления. Установлено, что для успешной гибридизации желательно кастрацию и опыление цветков осуществлять одновременно к моменту раскрытия цветка. Лучшим временем для гибридизации является раннее утро, так как массовое цветение протекает в пределах 5—8 часов утра.

BOTANY

I. I. MAISAIA

TOWARDS THE STUDY OF THE FLOWERING OF MILLET (*SETARIA ITALICA*)

Summary

Millet (*S. italica*), the most ancient relict plant of Georgian cultural flora, differs from other representatives of the world collection of the given species in the diversity of forms and certain important biological and morphological signs (stable lodging, broad leaves, long inflorescence, with numerous lateral racemes and spikelets, etc.). For a better utilization of the given plant in selection work, the biology of its flowering was studied and a method of emasculation and artificial pollination elaborated.

For successful hybridization it was found desirable to carry out pollination and castration simultaneously by the time of the flower opening. The best time for hybridization is early morning, for mass flowering occurs from 5 to 8 a. m.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ვ. მენაბდე, ა. ერიციანი. თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუტის შრომები, ტ. XII, 1948, 139—160.
2. ნ. ჩხენკელი. საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის შრომები. XIV, 1957, 101—126.
3. Л. Л. Декапрелевич, А. С. Каспарян. К изучению итальянского проса (Setaria italica P. B. maxima Alf.), возделываемого в Грузии. Л., 1928.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETiN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 612:591.1

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Г. Г. ЭЛИАВА, А. Т. ГЕДЕВАНИШВИЛИ, К. Р. КИКВИДЗЕ,
А. Б. ГРИГОЛИЯ

ИЗМЕНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У СТУДЕНТОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ В ТЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ДНЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 2.6.1984)

Работами А. Н. Бакурадзе, А. И. Ройтбака и многих других исследователей показано, что время реакции является хорошим

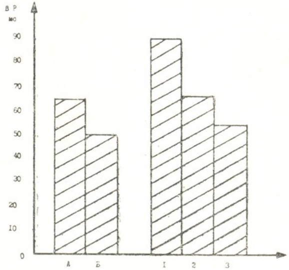


Рис. 1. Изменения сенсомоторной реакции при действии словесного предупреждающего сигнала (Б) и без него (А) при звуковом раздражении различной частоты: 1 — время реакции на 8000 Гц, 2 — время реакции на 1000 Гц, 3 — время реакции на 250 Гц

показателем функционального состояния центральной нервной системы [1—3].

В настоящее время, в условиях механизации и автоматизации физического труда, насыщенности учебных программ учащихся, важное значение приобретает проблема изучения психофизиологических характеристик человека и их изменений под влиянием различных раздражителей внешней среды, при различных функциональных состояниях организма в условиях той обстановки, в которой протекает его деятельность, с целью установления оптимальных критериев его трудоспособности.

Исследование проводилось на кафедре нормальной физиологии Тбилисского государственного медицинского института под руководством члена-корреспондента АН ГССР, профессора А. Н. Бакурадзе на здоровых студентах в возрасте 19—20 лет (II курс лечебного факультета).

Целью данной работы было определение функционального состояния ЦНС студентов по изменению сенсомоторной реакции при действии звуковых раздражителей различной интенсивности с предупреждением и без него при различных интервалах воздействия предупреждающего и пускового сигналов в состоянии голода и насыщения, до и после учебной нагрузки.

Скрытый период двигательной реакции на звуковой и световой раздражители определялся с помощью электромиорефлексометра ЭМР-01.

Результаты исследования были обработаны статистически ($P < 0{,}05$). В первую очередь изучалось, какое влияние оказывает на время реакции предупреждающий словесный сигнал «внимание» с последующим пусковым звуковым сигналом. Оказалось, что он заметно укорачивает время реакции (рис. 1,А,Б). По-видимому, предупреждение готовит к действию нервно-двигательный механизм испытуемого.

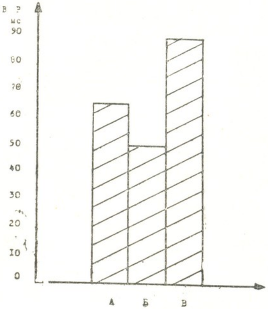


Рис. 2. Изменение времени реакции на частоте 250 Гц при интервале между предупреждающим словесным сигналом «внимание» и пусковым сигналом 1 сек (А), 4 сек (Б) и 10 сек (В)

Затем было изучено, какое значение имеет для продолжительности времени реакции частота звука пускового звукового сигнала. Испытывались частоты 250, 1000, 8000 Гц (с увеличением частоты звука время реакции возрастает). Стало быть, наиболее короткое время наблюдается при частоте 250 Гц, т. е. оптимальной из этих частот нужно считать 250 Гц (рис. 1, 1, 2, 3). Следует указать, что при высоких частотах испытуемые отмечали неприятное субъективное ощущение.

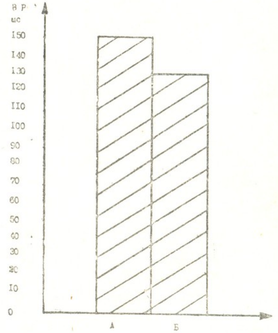


Рис. 3. Изменение времени реакции при световом раздражителе во время звукового предупреждающего сигнала (1000 Гц): А — время реакции при интервале 1 сек, Б — время реакции при интервале 4 сек

Далее определялось значение интервала времени между предупреждающим словесным сигналом «внимание» и пусковым звуковым сигналом частотой 250 Гц для продолжительности времени реакции на пусковой сигнал. Оптимальным оказался интервал 4 сек (рис. 2). Это, по-видимому, то оптимальное время, которое необходимо для составления программы осуществления нужной двигательной реакции в заданных условиях. Меньшего времени недостаточно, а большее излишне и требует хранения в памяти на более длительное время. В том случае, когда предупреждающим сигналом был звук (V=1000 Гц), а пусковым — свет, время реакции возрастало, хотя оптимальное значение времени реакции при 4-секундном интервале сохранялось (рис. 3).

После учебной нагрузки и насыщения время реакции на предупреждающий сигнал «внимание» с последующим пусковым сигналом на звук с частотой 250 Гц возрастает по сравнению с временем реакции соответственно до учебной нагрузки и насыщения. Однако и в этих условиях оптимальный межсигнальный интервал составляют 4 сек (таблица).

	До учебной нагрузки		После нагрузки		До еды		После еды	
Интервал	4сек	10сек	4 сек	10сек	4 сек	10 сек	4 сек	10 сек
В.Р.	59,8	90,8	84,8	124,6	49,7	73,3	90	121,6

Удлинение времени реакции к концу учебного дня, очевидно, связано со снижением возбудимости центральной нервной системы, подвижности основных центральных нервных процессов. По А. Н. Бакурадзе [4, 5], при насыщении в организме возникает общее, разлитое торможение, при котором в ЭЭГ наблюдается медленная высоковольтная активность [6, 7], снижается активность эмоциогенных структур, что проявляется в снижении амплитуды и продолжительности КГР [1], наступают изменения во внутренней среде организма [5]. В состоянии насыщения время сенсомоторной реакции удлиняется по сравнению с состоянием до еды.

Таким образом, несмотря на предупреждающий стимул, состояние разлитого торможения вызывает снижение подвижности основных центральных нервных процессов.

Оптимальность 4-секундного интервала во всех рассмотренных случаях до и после учебной нагрузки, до и после насыщения, при звуковых раздражениях различной частоты была сохранена. Вероятно, по истечении 4-секундного интервала заканчивается так называемый «психологический» рефрактерный период и «моторная команда» из центральной нервной системы к этому моменту успевает завершиться и сформироваться. Интервал 1 сек в нашем случае, очевидно, недостаточен для совершения адекватной моторной реакции, а интервал 10 сек выходит за пределы, при которых может осуществиться оптимальная двигательная реакция.

Таким образом, по нашим данным, интервал 4 сек между словесным предупреждающим сигналом «внимание» и пусковым звуковым сигналом с частотой 250 Гц был оптимальным для совершения оптимальной адекватной реакции.

Тбилисский государственный
медицинский институт

(Поступило 15.6.1984)

გ. ელიავა, ა. გედევანიშვილი, კ. კიკვიძე, ა. გრიგოლია

სტუდენტთა ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციური მდგომარეობის ცვლილება სხვადასხვა ზემოქმედების დროს სასწავლო დღის განმავლობაში

რეზიუმე

19—20 წლის ასაკის ჯანმრთელ სტუდენტებზე შევისწავლეთ სენსიომოტორული რეაქციის ფარული პერიოდი სხვადასხვა პირობების დროს სიტყვიერი გამაფრთხილებელი და გამშვები სხვადასხვა სიხშირის ბგერითი სტიმულის მოქმედებისას. ოპტიმალური რეაქციის დრო აღირიცხებოდა, როცა გამაფრთხილებელ და გამშვებ სიგნალებს შორის ინტერვალი იყო 4 წმ და ბგერის სიხშირე 250 ჰც. დანაყრებისას და სასწავლო დღის დასასრულს მიუხედავად იმისა, რომ გაზომვას წინ უსწრებდა გამაფრთხილებელი სტიმული, რეაქციის დრო იზრდებოდა, რაც დაკავშირებული უნდა იყოს ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში განფენილი შეკავების განვითარებასთან, ძირითადი ნერვული პროცესების ძვრადობის დაქვეითებასთან.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

G. G. ELIAVA, A. T. GEDEVANISHVILI, K. R. KIKVIDZE, A. B. GRIGOLIA

CHANGE OF THE FUNCTIONAL STATE OF THE CNS OF STUDENTS UNDER VARIOUS EXPOSURES DURING THE STUDY HOURS

Summary

The latent period of the sensorimotor reaction was determined in healthy students aged 19-20 years. Under different conditions of exposure to verbal warning and triggering stimuli of variable frequencies the time of optimal reaction was recorded when the interval between the warning and triggering stimuli was 4 sec and the sound frequency 250 Hz. After satiation and the end of working time, despite the action of the warning stimulus, the reaction time increases, which is related to the development of a general inhibition of the CNS, weakening the changes of the main nervous processes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Бакурадзе, Г. Г. Элиава, Ш. Г. Човелидзе. Сообщения АН ГССР, 104, 1, 1981, 161—164.
2. А. Н. Бакурадзе, Э. В. Атанелашвили. Сообщения АН ГССР, 60, № 1, 1970, 137—140.
3. А. Н. Ройтбак, Ц. М. Дедабришвили, Н. К. Гоциридзе. Сб. «Современные проблемы морфологии, физиологии и патологии». Тбилиси, 1967, 89—98.
4. Н. С. Веритов, А. Н. Бакурадзе. Труды Ин-та физиологии АН ГССР, т. 5, 1959, 125.
5. А. Н. Бакурадзе, А. Н. Абесадзе, А. И. Сихарулидзе. Изучение функционального состояния пищевого центра при голоде и насыщении. Тбилиси, 1965.
6. С. А. Чхенкели. Сообщения АН ГССР, 31, № 3, 1963, 699—706.
7. К. В. Судаков. Физиол. ж. СССР, 48, 8, 1962, 889—892.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 612.827:616.12

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

К. П. БЕРИДЗЕ, Н. А. КВАНТАЛИАНИ, З. Н. СПИРОВ,
А. И. СИХАРУЛИДЗЕ

ВЛИЯНИЕ РАЗДРАЖЕНИЯ ТЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА И ДОРСОМЕДИАЛЬНОГО ЯДРА ГИПОТАЛАМУСА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ

(Представлено академиком Т. Н. Ониани 12.5.1985)

Несмотря на многочисленные исследования сердечно-сосудистых механизмов гипоталамуса, все еще не установлено функциональное значение его отдельных ядерных образований. Окончательно также не определена роль отдельных корковых областей и корково-гипоталамических взаимодействий при реализации церебро-кардиальных эффектов. При изучении влияния ядер гипоталамуса на деятельность сердечно-сосудистой системы выявлена возможность возникновения ответных реакций со стороны сердца при стимуляции многих отделов гипоталамуса [1—5]. Однако эти сведения без учета функциональной характеристики корково-гипоталамических взаимоотношений вряд ли можно считать методически правильными и окончательными. В настоящее время связи гипоталамуса с корой большинством исследователей устанавливаются в основном через вентромедиальные и дорсомедиальные ядра. Как известно, первое из них связано преимущественно с лимбической корой и является передаточным пунктом для импульсаций, идущих от мамилярных тел гипоталамуса. Со своей стороны, кора головного мозга и, в первую очередь, поле 32 обладает способностью подавлять деятельность других полей коры и подкорковых областей [6, 7].

Согласно морфологическим исследованиям, связи через дорсомедиальное ядро могут быть прослежены до орбитальной и теменной коры [8]. Мерфи и Гельгорн [9] показали, что при наложении стрихнина на указанные отделы коры можно получить отчетливые спайковые разряды в дорсомедиальном ядре.

Обнаружено изменение сократительной способности глицеринизированных волокон миофибрилл при развитии сдвигов функционального состояния гипоталамической области и коры головного мозга [10, 11].

Целью настоящей работы являлось изучение влияния электрического раздражения теменной области коры и дорсомедиального ядра гипоталамуса кролика на фазовую структуру сердечного сокращения и сократительную способность пучков глицеринизированных волокон миокарда.

Электрическое раздражение структур мозга проводили вживленными биполярными константановыми электродами, а сократительную способность миофибрилл сердца определяли по методу Сент-Дьердьи [12]. Фазовую структуру сердечного сокращения определяли методом поликардиографических исследований, записывая электрокардиограмму, фонокардиограмму и сфигмограмму. Поликардиограмму анализировали по методу Блюмберга в модификации В. А. Карпмана [13].

При электрическом раздражении теменной области коры головного мозга кролика наступало увеличение длительности сердечного цикла в среднем на 5—6%, возрастание систолического давления и вольтажа, в основном зубцов R и T. Отмечалось уменьшение интервала P—Q, комплекса QRS, а также длительности механической и электрической систол. Указанные изменения отчетливо возникали на 3-й мин после раздражения и нормализовались к 10-й минуте. После хронического (двухнедельного) раздражения этой области коры сократительная способность левого желудочка уменьшалась до 374±79 мг/мм², т. е. на 12,42%, в то время как правый желудочек сокращался в пределах нормы (222±44 мг/мм²) (см. рис. 1).

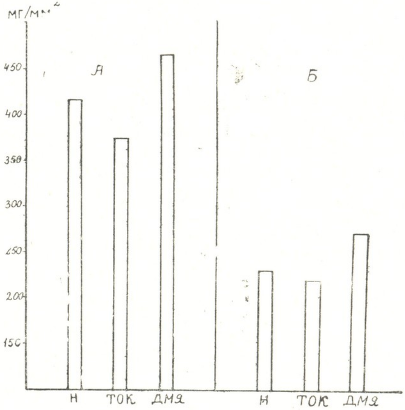


Рис. 1. Изменение сократительной способности пучков глицеринизированных волокон левого (А) и правого (Б) желудочков миокарда при раздражении теменной области коры и дорсомедиального ядра гипоталамуса: Н — нормальные животные, ТОК — теменная область коры, ДМЯ — дорсомедиальное ядро

Изменения длительности сердечного цикла при раздражении дорсомедиального ядра проявлялись в ее укорочении в среднем на 12% с момента раздражения. Наблюдалось также учащение сердечного ритма на 12%, уменьшение длительности зубца P, комплекса QRS и интервалов P—Q и Q—T. Эти эффекты выражены гораздо сильнее, чем в случае раздражения корковой области. Изменение фазовой структуры сердца выражалось в уменьшении всех фаз сердечного цикла и в основном длительности изометрического сокращения и периода изгнания.

При раздражении дорсомедиального ядра сократительная способность как левого, так и правого желудочков резко увеличивалась по сравнению с нормой — на 9 и 19% (см. рис. 1).

При исследовании характера реакции сердечно-сосудистой системы на раздражение дорсомедиального ядра гипоталамуса и теменной коры выявлена определенная функциональная гетерогенность этих структур. Если в первом случае развивается картина тахикардии и повышения кровяного давления, а сократительная способность миофибрилл сердца достоверно увеличивается, то раздражение теменной области коры вызывает незначительное уменьшение сократительной способности миофибрилл сердца. На электрокардиограмме наблюдаются те же эффекты, но в менее выраженной форме и с увеличенным латентным периодом.

На основании этих фактов можно предположить, что ведущее, «пусковое» значение в развитии церебро-кардиальных сдвигов придается в основном гипоталамической области, тогда как теменная кора может выполнять «корригирующую» функцию.

Таким образом, нами показано, что изменение функционального состояния дорсомедиального ядра гипоталамуса в теменной области коры головного мозга соответственно, а также изменение функциональных взаимоотношений между гипоталамусом и корой головного мозга, надо полагать, играют существенную роль в реализации влияния указанных церебральных структур на состояние сердца.

ЦНИЛ Тбилисского института
усовершенствования врачей
МЗ СССР

(Поступило 16.5.1985)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ქ. ბერიძე, ნ. კვანტალიანი, ზ. სპიროვი, ა. სიხარულიძე

თავის ტვინის თხემის წილისა და ჰიპოთალამუსის დორსომედიალური ბირთვის გაღიზიანების გავლენა გულის კუნთის ფუნქციურ მდგომარეობაზე

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ჰიპოთალამუსის დორსომედიალური ბირთვის გაღიზიანების გავლენა გამოვლინდება უფრო ადრე და გაცილებით მეტი ხარისხით, ვიდრე თავის ტვინის ქერქის შემთხვევაში. გამოთქმულია აზრი ჰიპოთალამუსის უპირატესად „გამშვები“ და თავის ტვინის ქერქის შესაძლო „მაკორეგირებელი“ გავლენების შესახებ ცენტრალური სტრუქტურების გულზე მოქმედების დროს.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

K. P. BERIDZE, N. A. KVANTALIANI, Z. N. SPIROV, A. I. SIKHARULIDZE

THE EFFECT OF STIMULATION OF THE OCCIPITAL AREA OF THE CEREBRAL CORTEX AND THE DORSOMEDIAL NUCLEUS OF THE HYPOTHALAMUS UPON THE FUNCTIONAL STATE OF THE CARDIAC MUSCLE

Summary

The effect of electrical stimulation of the occipital cortical area and of the dorsomedial nucleus of the hypothalamus upon the phase structure of the cardiac systole as well as systolic activity of glycerine myocardial fibrils has been studied. The influence of the dorsomedial nucleus upon the

cardiovascular system is manifested earlier and is better expressed than of the occipital cortex. The "starting" role of the hypothalamus and the "regulating" role of the cerebral cortex in cerebro-cardiac interrelations is suggested.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Вальдман. Фармакологическая регуляция эмоционального стресса. М., 1979.
2. Bolme *et al*. Acta Physiol. Scand., v. 70, 1977, 334-346.
3. В. Н. Казаков и др. Физиол. ж. СССР, № 1, 1980, 3—5.
4. И. П. Герелюк. Кардиология, 22, № 11, 1982, 84—88.
5. Ю. Е. Рушкевич. Автореферат канд. дисс. Киев, 1983.
6. A. Meyer. J. Neurol., Neurosurg. Psych., v. 7, 1944, 66.
7. W. E. Clark Le Gro. Brit. Med. Bull., v. 6, 1950, 341-344.
8. A. Meyer, E. Beck, T. McGardy. Brain, v. 70, 1947, 18.
9. J. P. Murphy, E. Gellhorn. J. Neurophysiol., v. 8, 1945, 337-364.
10. И. Е. Карсанов и др. Физиол. ж. (Киев), № 2, 1981, 253—255.
11. М. М. Хананашвили. Павловские чтения (тез. докл.). М., 1984.
12. Szent-Gyorhyi. Biol., Bull., v. 96, 1949, 140-149.
13. В. Л. Карпман. Фазовый анализ сердечной деятельности. М., 1965.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 547.96

БИОФИЗИКА

М. С. ХУРЦИЛАВА, Н. А. ГАЧЕЧИЛАДЗЕ, В. Я. ФУРМАН,
Г. И. ГЕДЕВАНИШВИЛИ, М. Г. СТУРУА,
М. М. ЗААЛИШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР)

ИЗОФОРМЫ И МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ПАРАМЕТРЫ α-ЦЕПИ ТРОПОМИОЗИНА КАРПА

Фибриллярная молекула тропомиозина состоит из двух α-спиральных идентичных или почти идентичных α- и β-цепей, которые свиваются в сверхспираль, образуя так называемую «коилд-коил» структуру [1]. α- и β-Цепи тропомиозина скелетной мышцы кролика слегка отличаются по аминокислотной последовательности, имея разные молекулярные массы — 34000 и 36000 дальтон соответственно [2]. Значительная разница между α- и β-цепями состоит в цистеинсодержании, которое в β-цепи приблизительно в 2 раза больше, чем в α-цепи. В зависимости от вида и возраста объекта в молекуле тропомиозина меняется соотношение α- и β-компонент [3]. Существует мнение, что химически гомогенные цепи могут быть получены из мышц с одним типом волокон. Поскольку скелетная мышца рыбы в основном содержит белые мышцы, получен тропомиозин, состоящий из химически гомогенных цепей [4, 5], который назван α-тропомиозином.

Методом изоэлектрического фокусирования показано, что α- и β-фракции тропомиозина скелетной мышцы кролика также состоят из минорных компонентов, названных α' и β' соответственно [2]. Кроме того, обнаружена гетерогенность между быстрыми и медленными α-, а также β-цепями скелетной мышцы цыпленка [6]. Предполагается, что скелетный тропомиозин содержит не менее двух различных субъединиц [7].

В настоящей работе методом двумерного электрофореза в полиакриламидном геле изучался тропомиозин карпа, полученный хроматографией нативного тропомиозина на гидроксиапатите по ранее описанному методу [4].

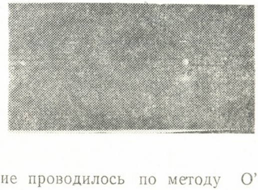


Рис. 1. Изоэлектрофореграмма тропомиозина карпа. α- и α'-Полипептидные полосы тропомиозина. Нанесенная концентрация белка в трубке 15 мкг. Снимок сделан без окрашивания гелей

Изоэлектрическое фокусирование проводилось по методу О'Фаррелла [8] (рис. 1). После изоэлектрического фокусирования электрофорез во втором направлении осуществлялся в градиенте акриламида

(5—15%) в присутствии 0,1% додецилсульфата натрия. В качестве электродного буфера использовался трис-глициновый буфер (pH 8,3). Электрофорез проводился при 24 мА в течение 5—6 часов. Гели окрашивались и промывались по методу Вебера [9] (рис. 2). Концентрация белка определялась микробиуретовым методом.

Рис. 2. Гель-электрофорез полипептидных полос тропомиозина карпа, полученного после изоэлектрического фокусирования (первое направление), в градиенте полиакриламидного геля в присутствии додецилсульфата натрия (второе направление): а — распределение полипептидных полос тропомиозина карпа; б — распределение миофибриллярных белков скелетной мышцы кролика

На рис. 1 видно, что тропомиозин карпа состоит из двух так называемых мажорной — α и минорной — α' полипептидных цепей с разными изоэлектрическими точками, равными 4,8 и 5 соответственно. Электрофорез во втором направлении (рис. 2) показывает, что α- и α'-компоненты имеют одинаковые молекулярные массы.

Полученные результаты свидетельствуют о существовании двух изоформ тропомиозина карпа, неразличаемых по молекулярному весу, но имеющих разные изоэлектрические точки.

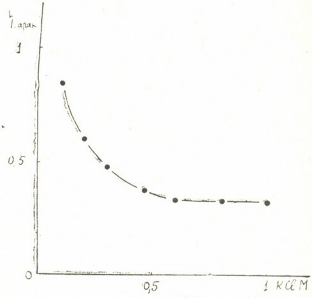


Рис. 3. Зависимость характеристической вязкости тропомиозина карпа от ионной силы среды

Физико-химические исследования тропомиозина в растворе говорят об агрегации молекул белка при низкой ионной силе, которая объясняется последовательной ассоциацией молекул друг с другом, в результате которой образуются области перекрывания, состоящие из

8—9 аминокислотных остатков, занимающих приблизительно 13Å [10]. Области перекрывания характеризуются глобулярной конформацией, где между NH_2- и COOH-терминальными участками соседних молекул существуют электростатические и гидрофобные взаимодействия. Аминокислотная последовательность молекулы тропомиозина указывает, что никакой «коилд-коил» структуры на концах молекулы не наблюдается, и считается, что концы молекулы образуют специальную структуру [11, 12]. Электростатическое взаимодействие очевидно из того, что полимеризация молекул тропомиозина устраняется при повышении ионной силы. Нами была определена характеристическая вязкость тропомиозина карпа в интервале ионной силы 0—1 М KCl (рис. 3). Из рисунка видно, что с увеличением ионной силы характеристическая вязкость уменьшается и остается вблизи 1 М KCl постоянной и равной 0,32 дл/г. При этой молекулярности KCl молекулы тропомиозина находятся в виде мономеров.

Структурной особенностью молекулы тропомиозина является существование межсубъединичного дисульфидного мостика при цис-190. Состояние этих S—S-мостиков определяет стабильность NH_2 и COOH половин молекулы [13]. Предполагается, что молекулам тропомиозина без дисульфидных мостиков при цис-190 доступно другое конформационное состояние [14].

Хроматография нативного тропомиозина карпа на гидроксиапатите в среде, содержащей 0,08 М калий-фосфатный буфер (pH 6,9), 1 М KCl, 5 мМ β-меркаптоэтанол при 20°C [4], позволяет получить одиночные α-цепи тропомиозина карпа, лишенные возможности вновь соединиться, поскольку присутствие 5 мМ β-меркаптоэтанола обеспечивает восстановление цис-190 каждой цепи.

Форма и размеры α-цепи тропомиозина рассчитаны на основании данных исследования гидродинамических параметров. Показано, что α-цепь тропомиозина карпа в среде, содержащей 0,08 М калий-фосфатный буфер (pH 6,9), 1 М KCl, 5 мМ β-меркаптоэтанол, при 20°C характеризуется следующими молекулярными параметрами:

$$S^0_{20,w} = 1{,}7 \cdot 10^{-13}\ \text{сек};\quad D^0_{20,w} = 4{,}6 \cdot 10^{-7}\ \text{см}^2\ \text{сек}^{-1};\quad \bar{v} = 0{,}73\ \text{см}^3\ \text{г}^{-1};$$
$$M = 34000\ \text{Дальтон};\quad f/f_0 = 2{,}2;\quad P = 20;\quad H = 240\ \text{Å};\quad d = 15\ \text{Å}.$$

Таким образом, поскольку в этом случае α-цепи не стабилизируются комплементарными цепями, а аминокислотные остатки концов молекулы склонны к образованию глобулярной конформации, α-цепь максимально закручивается и длина последней уменьшается от 400 Å (длина мономера тропомиозина кролика) до 240 Å (длина α-цепи тропомиозина карпа).

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии
им. И. С. Бериташвили

(Поступило 15.11.1984)

ბიოფიზიკა

მ. ხურცილავა, ნ. გაჩეჩილაძე, ვ. ფურმანი, გ. გედევანიშვილი, მ. სტურუა, მ. ზაალიშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

სარკისებრი კობრის ტროპომიოზინის α-ჯაჭვის იზოფორმები და მოლეკულური პარამეტრები

რეზიუმე

სარკისებრი კობრის ჩონჩხის კუნთებიდან გამოყოფილი ტროპომიოზინი პოლიაკრილამიდის გელში იზოელექტრული ფოკუსირების მეთოდით იძლევა ორ — **α** და α^1 პოლიპეპტიდურ ზოლს. აღნიშნული პოლიპეპტიდური ზოლები ერთი და იგივე მოლეკულური წონით ხასიათდებიან.

შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ სარკისებრი კობრის ტროპომიოზინი არანაკლებ ორი იზოფორმით არსებობს.

ნაჩვენებია, რომ კობრის ტროპომიოზინის **α**-ჯაჭვი სარეაქციო არეში, რომელიც შეიცავს 0,08 მ კალი-ფოსფატს pH 6,9; 1 მ KCl, 5 მმ **β**-მერკაპტოეთანოლს, ხასიათდება შემდეგი მოლეკულური პარამეტრებით:

$S^0_{20,w}$ $1{,}7\cdot10^{-13}$ წმ; $D^0_{20,w}=4{,}6\cdot10^{-7}$ სმ^2 წმ$^{-1}$; $\bar{v}=0{,}73$ სმ^3 გრ$^{-1}$; $M=34000$ დალტონი; $f/f_0=2{,}2$; $P=20$; $H=240$ Å; $d=15$ Å.

BIOPHYSICS

M. S. KHURTSILAVA, N. A. GACHECHILADZE, V. Ya. FURMAN, G. I. GEDEVANISHVILI, M. G. STURUA, M. M. ZAALISHVILI

ISOFORMS AND MOLECULAR PARAMETERS OF CARP α-CHAIN TROPOMYOSIN

Summary

Results obtained by the method of two-dimensional electrophoresis in polyacrylamide gel show the existence of two isoforms of tropomyosin from carp which have the same molecular weights but different isoelectric points. The α-chain of carp tropomyosin in the medium containing 0.08 M potassium-phosphate buffer, pH 6.9; 1M KCl; 5 mM β-Mercaptoethanol is characterized by the following molecular parameters: $S_{20,w} = 1.7\cdot10^{-3}$ sec; $D_{20,w} = 4.6\cdot10^{-7}cm^3g^{-1}$; $v = 0.73cm^3/g^{-1}$ $M = 34000$ dalton; $f/f_0 = 2.2$; $P=20$;$H=240$Å; $d=15$Å.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. L. Pauling, R. Corey. Nature (Lond.) 171, 1953.
2. S. Mak *et al*. J. Biol. Chem. 25, 1980.
3. P. Cummins, S. Perry. Biochem. J. 133, 1973.
4. М. С. Хурцилава, М. М. Заалишвили. Сообщения АН ГССР, 112, 1, 1983.
5. K. Konno *et al*. J. Biochem. 82, 1977.
6. R. Dabrowska *et al*. Biochem. Biophys. Acta, 743, 1983.
7. J. Sodek *et al*. J. Biol. Chem. 253, 1978.
8. P. O'Farrell. J. Biol. Chem. 250, 1975.
9. K. Weber, M. Osborn. J. Biol. Chem. 244, 1969.
10. P, Johnson, B. Smillie. Biochemistry. 16, 10, 1977.
11. D. Perry. J. Mol. Biol. 98, 1975.
12. G. Phillips *et al*. Biophys. J. 32, 1, 1980.
13. D. Williams, C. Swenson. Eur. J. Biochem. 127, 1982.
14. E. Woods. J. Biol. Sci. 30, 1977.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 577.3:58

БИОФИЗИКА

М. Е. ПЕРЕЛЬМАН

О ВОЗМОЖНОЙ СВЯЗИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ И АКУСТИЧЕСКИХ ИЗЛУЧЕНИЙ ЖИВОЙ КЛЕТКИ

(Представлено членом-корреспондентом М. М. Заалишвили 23.5.1984)

Покажем, что в клетке должны возникать ультразвуковые колебания мембран под действием переменных ионных токов через мембраны и при поглощении мембраной собственного электромагнитного излучения клетки.

Идеи о том, что клетки в процессе своей жизнедеятельности могут или даже должны излучать электромагнитные волны, высказывались различными исследователями неоднократно (обзор физиологической стороны проблемы дан в статье [1], более строгое изложение для физиков — в [2]). Наиболее четко гипотеза электромагнитного излучения (ЭМИ) клетки обоснована в ряде работ Фрёлиха [3]. К настоящему времени, как нам представляется, наличие такого излучения в диапазоне 10^9—$2\cdot10^{12}$ Гц можно считать доказанным экспериментально [4].

С другой стороны, в работе [5] (дополненной в [6]) предположено существование акустического излучения (АИ) клеток и показано, что им можно объяснить целый ряд сложных моментов в гидравлике и электрофизиологии растений (если растительные клетки генерируют АИ, то оно должно возникать и у животных клеток). Частотный спектр такого, по-видимому биологически необходимого, АИ должен покрывать интервал 10^5—10^6 Гц.

В работах [5, 6], однако, не предлагалось никакого механизма генерации АИ. Настоящие заметки посвящены разбору возможных механизмов таких процессов: синхронной генерации АИ и ЭМИ при сжатии двойных слоев [7] и усреднению высокочастотного ЭМИ, приводящего к апериодическим толчкам мембран.

1. Как хорошо известно, клеточная мембрана обычно заряжена, точнее, представляет собой двойной электрический слой (конденсатор) с $U_0 \sim 50$ мВ [3]. Мембранный потенциал меняется со временем (ионные токи, электронные флуктуации), и при этом возрастает электростатическое давление обкладок «конденсатора». Однако вещество мембраны практически объемно не сжимаемо, и поэтому при, скажем, росте потенциала и утоньшении мембраны начинает увеличиваться ее площадь [8]. Таким образом, изменения мембранного потенциала должны приводить к объемным колебаниям или к толчкам мембран и окружающей их субстанции, т. е. к возникновению звуковых колебаний. При этом быстрые флуктуационные колебания потенциала, приводящие к высокочастотному ЭМИ [1—4], могут, интерферируя и усредняясь, вызывать АИ на гораздо более низких частотах (отметим, что гипотеза [5, 6] требует наличия лишь ультразвукового шума, а не когерентных колебаний источников).

Перейдем к количественной трактовке предлагаемого механизма.

2. Равновесное состояние мембраны толщины $h(t)$ с потенциалом $U(t)$ на ней определяется равенством давления сжатия заряженных обкладок

$$p_e = qE/S = \varepsilon U^2/2\,h^2 \qquad (1)$$

(q, E, S — заряд, напряженность поля, площадь мембраны, ε — диэлектрическая проницаемость ее внутренней части) и противодействующего ему давления упругих сил

$$p = Y \int dh/h = Y \ln(h_0/h(t)), \tag{2}$$

где Y — модуль Юнга сжатия мембраны; h_0 — толщина мембраны в отсутствие на ней зарядов. Отсюда следует уравнение равновесного состояния мембраны [8]:

$$-Y \ln(h/h_0) = \varepsilon U^2/2\,h^2. \tag{3}$$

(Мы пренебрегли в (3) зависимостью ε от давления (2), такая зависимость рассмотрена в [7]).

Отметим, что поскольку вещество мембраны практически не сжимаемо, то, очевидно, $h(t)\,S(t) = h_0 S_0 \equiv V$. Поэтому уравнение (3), как и последующие, можно переписать в форме уравнений колебания площади мембраны, что более наглядно в задачах акустики, но несколько утяжеляет формулы и поэтому не будет использовано.

Электрический потенциал мембраны в (3) можно приближенно представить суммой трех членов:

$$U = U_0 + U_1(t) + U_2(t), \tag{4}$$

где $U_0 \approx 10 \div 200$ мВ — среднее постоянное напряжение на мембране; $U_1(t)$ — напряжение, связанное с ионными токами; $U_2(t)$ определяется полем высокочастотного ЭМИ.

Частота изменения потенциала $U_1(t)$ зависит от скорости диффузии ионов через мембрану. Если принять, что в среднем [9] коэффициент диффузии $D \sim 3 \cdot 10^{-8}$ см^2 с$^{-1}$, то для частоты поля $\nu \sim 2D/h_0^2$ при $h_0 \sim 40 \div 130$ Å получим $\nu_1 \sim 10^5$ Гц. (Отметим, что коэффициент D увеличивается при переходе к более мелким ионам, т. е. при этом растет частота ν).

Таким образом, ионные токи через мембраны вполне могут приводить к искомым частотам АИ.

3. Амплитуды АИ можно, в принципе, определить по относительным уменьшениям толщин мембран:

$$h(t) = h_0 - \Delta h_0 + \Delta h(t), \tag{5}$$

где Δh_0 — сжатие мембраны потенциалом U_0. Поскольку $\Delta h_0 \ll h_0$, из (3) следует, что

$$\Delta h_0/h_0 \approx \varepsilon U_0^2/2\,Y h_0^2. \tag{6}$$

В отсутствии высокочастотного поля $U_2(t)$, подставляя (4) в (3) и усредняя это уравнение по промежуткам времени большим T, находим, что среднее относительное сжатие мембраны под действием U_2 равно

$$\overline{\Delta h(t)}/h_0 \approx \varepsilon U_1^2/4\,Y h_0^2 \quad \text{или} \quad \overline{\Delta h}/\Delta h_0 = U_1^2/2\,U_0^2, \tag{7}$$

4. Для определения частотного спектра колебаний мембраны перейдем от (3) к дифференциальному уравнению: обозначим $z = ln(h_0/h(t))$ и дважды продифференцируем (3) по времени. Получим уравнение

$$\ddot{z} = 2\,z\,(1+2\,z)^{-1}\{(1-4\,z-z^2)\,(1+2\,z)^{-2}(\dot{U}/U)^2 + \ddot{U}/U\} \tag{8}$$

или, поскольку $z = -\ln(1-\Delta h/h_0) = \Delta h(t)/h_0 \ll 1$,

$$\Delta\ddot{h} \approx 2[(\dot{U}/U)^2 + \ddot{U}/U]\,\Delta h. \tag{9}$$

В отсутствии поля U_2 и при предположении, что $U_1(t)=U_1\cos\Omega t$, (9) имеет вид

$$\Delta h(t)=\Delta h_0\exp(-(U_1/U_0)\sin\Omega t)\approx\Delta h_0[1-(U_1/U_0)\sin\Omega t], \tag{10}$$

т. е. показывает возникновение АИ, синхронного и совпадающего по частоте с изменениями потенциала $U_1(t)$.

Если, однако, присутствует и поле $U_2(t)$, меняющееся с частотой ω, много большей возможных частот механических колебаний, то (9) нужно усреднить по промежутку времени $t\gg 1/\omega$. Усреднение приводит к уравнению

$$\langle\Delta\ddot{h}\rangle=\omega_0^2(U_2/U_0)^2\langle\Delta h\rangle \tag{11}$$

с затухающим решением $\langle\Delta h\rangle=\Delta h_0\exp(-t/\tau)$, где длительность механического импульса $\tau\sim(\omega|U_2/U_1|)^{-1}$. Такие ударные импульсы, как известно, возбуждают акустические колебания с непрерывным спектром частот, распределенных вокруг частоты ω_a, где

$$\omega_a^2=\omega_0^2(U_2/U_0)^2/2. \tag{12}$$

Итак, мы показали, что высокочастотное поле ЭМИ вызывает АИ биологических мембран на гораздо более низких частотах (12).

Если рассматривать генерацию ЭМИ как флуктуационный процесс, то при усреднении в (11) можно воспользоваться теоремой Найквиста: $\overline{U_2^2}=kTZ/\pi$, Z — реальная часть импеданса мембраны. Поэтому (12) можно переписать как

$$(\omega_a/\omega)^2=(kTh/\pi U_0^2 S)\,[\rho^2+(4\pi/\varepsilon\omega)^2]^{1/2} \tag{13}$$

(ρ — удельное сопротивление субстанции мембраны), где важно отметить зависимость частоты АИ от температуры. (Согласно [1—3], частоты ЭМИ определяются биохимическими реакциями и поэтому должны слабо зависеть от температуры). В соответствии с [5, 6] такая зависимость может, например, определять интервал температур, в котором наиболее интенсивно движение соков в растении и т. п.

Соотношения (12), (13) показывают, что постулируемая нами конверсия ЭМИ в АИ возможна при быстропеременном потенциале с амплитудой $U_2\sim(10^{-2}-1)$ мкВ, что представляется вполне допустимым при стандартном потенциале мембраны в 50 мВ.

В заключение отметим, что два рассматриваемых механизма не являются альтернативными и могут дополнять друг друга. Генерация АИ при возникновении ионных токов через мембраны должна быть столь интенсивной, что ею вполне можно объяснить такие рассмотренные в [5, 6] проблемы, как транспорт жидкости через ксилему и флоэму растений (сюда можно добавить и стимуляцию газообмена в аэренхиме, и деятельность секреторных ходов). Заметим еще, что генерация мощного АИ в животных клетках может иметь столь же важное значение и для системы кровообращения, и для объяснения движений лимфы.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 15.5.1984)

ბიოფიზიკა

მ. პერელმანი

უჯრედის ელექტრომაგნიტური და აკუსტიკური გამოსხივებების შესაძლო კავშირის შესახებ

რეზიუმე

ბიოლოგიის მრავალი გაურკვეველი პრობლემა შეიძლება აიხსნას, თუ დავუშვებთ, რომ უჯრედი ასხივებს 10^5—10^6 ჰ სიხშირის ინტენსიურ აკუსტიკურ ტალღებს [5,6]. ნაჩვენებია, რომ ზემოხსენებული გამოსხივება შეიძლება აიხსნას ორი მიზეზით: მემბრანის იონური პოტენციალის ოსცილაციით და მის მიერ უჯრედის ელექტრომაგნიტური გამოსხივების შთანთქმით [1—4], ორივე მექანიზმი იწვევს მემბრანა-კონდენსატორის ველის ვიბრაციას და რადგან მემბრანის ნივთიერება უკუმშვადია, ველის ოსცილაცია განაპირობებს უჯრედის ზედაპირის ვიბრაციას ზემოთ ნახსენები სიხშირული დიაპაზონით.

BIOPHYSICS

M. E. PEREL'MAN

ON THE POSSIBLE RELATIONSHIP OF LIVING CELL ELECTROMAGNETIC AND ACOUSTICAL RADIATIONS

Summary

As was demonstrated in papers [5, 6], many unresolved biological problems can be accounted for if it is assumed that cells generate intensive acoustic radiation (AR) in 10^5-10^6 Hz band. It is shown in the present paper that these AR may be due to two causes: (a) the membrane ion potential oscillation, and (b) absorption of cell electromagnetic radiation [1-4] by this membrane. Both mechanisms lead to a vibration of the membrane-condenser field and, as the membrane material is incompressible, the field oscillations cause the cell surface vibrations, i. e. AR generation in the required frequency range.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. W. R. Adey. Physiol. Rev., 61, 1981, 435.
2. Ф. Кайзер, Ф. Барнс, Ч. Ху. Сб. «Нелинейные электромагнитные волны». М., 1983, 250, 286.
3. H. Fröhlich. Collect. Phenomena, 3, 1981, 139.
4. M. G. Akhalaya *et al*. Phys. Lett, 1984.
5. М. Е. Перельман, Г. М. Рубинштейн. Биофизика, 25, № 5, 1980. Деп. ВИНИТИ № 482—80.
6. М. Е. Перельман, Г. М. Рубинштейн. Сообщения АН ГССР, 107, № 2, 1982, 393.
7. М. Е. Перельман, Н. Г. Хатнашвили. ДАН СССР, 271, № 1, 1983, 80.
8. И. Ивенс, Р. Скейлак. Механика и термодинамика биологических мембран. М., 1982.
9. А. Котык, К. Яначек. Мембранный транспорт. М., 1980.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 577.3

БИОФИЗИКА

Н. Г. МАКАРИДЗЕ

АДСОРБЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ЦЕОЛИТОВ К НЕКОТОРЫМ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИМ ФЕРМЕНТАМ

(Представлено академиком А. Д. Зурабашвили 17.5.1984)

Среди различных методов иммобилизации ферментов наиболее часто применяется адсорбция. Простота, доступность и невысокая стоимость сорбентов неорганической природы, сохранение в большинстве случаев ферментами высокой каталитической активности — факторы, определяющие широкое применение адсорбционной иммобилизации.

В зависимости от свойств носителя могут наблюдаться как активация, так и инактивация ферментов или отсутствие изменений их активности. Показано, что химотрипсин активируется при связывании с КМ-целлюлозой и с ДНК, в то время как после связывания с сефадексом Г-222 он почти полностью инактивируется [1]. Трипсин инактивируется при образовании комплекса с КМ-целлюлозой [1], адсорбции на липидных эмульсиях и лишь частично сохраняет активность при связывании с сефадексом и эфирами целлюлозы [2]. Несмотря на то, что существует большое количество работ, посвященных вопросам иммобилизации протеолитических ферментов, способность трипсина и химотрипсина к иммобилизации на поверхности цеолитов детально еще не изучена.

Цель работы — изучение физико-химических механизмов иммобилизации трипсина и химотрипсина на поверхности цеолитов и выяснение влияния их иммобилизации на скорость и характер протеолиза. Иммобилизация указанных ферментов на поверхности цеолитов, которые добавлялись в количестве 2,0; 5,0 и 10,0% по весу по отношению к субстрату осуществлялась методом М. Тривена [3]. В качестве субстрата был выбран казеин, обычно применяемый при изучении явлений протеолиза. Концентрация трипсина, химотрипсина и казеина в растворе определялась методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на жидкостном хроматографе ППИ фирмы «Миллипор Уотерс» по методу И. Вагнера. Учитывались следующие показатели: ионная сила раствора и кислотность среды, которые менялись в следующих диапазонах: $\mu=0{,}01$; 0,05; 0,1 и 0,15; и pH 6; 7; 8; 9 и 10.

Проведенные исследования показали, что казеин при указанных pH и ионной силе раствора не адсорбируется на поверхности цеолитов. Через 30 и 60 мин после начала эксперимента его концентрация в растворе не изменяется и продолжает оставаться равной исходным величинам. Трипсин и химотрипсин проявляют способность адсорбироваться на поверхности цеолитов. Характер адсорбции четко связан с физико-химическими параметрами жидкой фазы.

Анализ полученных данных выявил, что зависимость величины адсорбции трипсина и химотрипсина от ионной силы и pH раствора выражается параболической кривой, которая может быть описана следующим математическим выражением, дающим возможность рассчитать количество трипсина или химотрипсина на поверхности цеолитов:

$$y_1 = \frac{m+k-2n}{2}x^2 + \frac{28n-15k-13m}{2}x + \frac{56k-96n+42m}{2}$$

для левой параболы и

$$y_2 = \frac{m+q-2n}{2}x^2 + \frac{36p-19m-17q}{2}x + \frac{90m+72q-160p}{2}$$

для правой части параболы, где y_1 и y_2 — искомое количество адсорбированного фермента (мг) на поверхности цеолитов: k, n, m, p, q — экспериментально найденные величины (мг) адсорбированного фермента на той же поверхности цеолитов при pH 6; 7; 8; 9 и 10 соответственно независимо от ионной силы раствора, которая может меняться в диапазоне 0,01—0,15 M NaCl; x — величина pH от 6 до 8 для левой части параболы и от 8 до 10 для ее правой части.

Модифицирующее действие цеолитов на протеолитическую способность трипсина и химотрипсина

Кол-во субстрата, мг	Кол-во добавленного фермента, мг		Кол-во добавленных цеолитов, %	Кол-во субстрата после окончания гидролиза, %	
	Трипсин	Химотрипсин		Трипсин	Химотрипсин
150	1	4	0	82	89
150	1	4	2	67	82
150	1	4	5	34	22
150	1	4	10	64	52

Как видно из таблицы, добавление цеолитов меняет величину протеолиза белкового субстрата. Она возрастает по мере увеличения процента добавленных цеолитов от 2,0 до 5,0%. Добавление цеолитов выше 5,0% снижает скорость протеолиза. Максимальная протеолитическая скорость трипсина имело место при 5,0% добавке цеолитов. Протеолитическая активность химотрипсина наиболее высокая также при 5,0% добавлении цеолитов к фермент-субстратному комплексу. Наблюдается прямая зависимость между количеством добавленных цеолитов и скоростью протеолиза химотрипсином.

Полученные данные показывают, что найденные нами протеолитические сдвиги при добавлении цеолитов к фермент- субстратному комплексу обусловлены в основном взаимодействием между ферментом и поверхностью цеолитов.

Институт психиатрии
им. М. М. Асатиани
МЗ ГССР

(Поступило 22.5.1984)

Анализ полученных данных выявил, что зависимость величины адсорбции трипсина и химотрипсина от ионной силы и pH раствора выражается параболической кривой, которая может быть описана следующим математическим выражением, дающим возможность рассчитать количество трипсина или химотрипсина на поверхности цеолитов:

$$y_1 = \frac{m+k-2n}{2}x^2 + \frac{28n-15k-13m}{2}x + \frac{56k-96n+42m}{2}$$

для левой параболы и

$$y_2 = \frac{m+q-2n}{2}x^2 + \frac{36p-19m-17q}{2}x + \frac{90m+72q-160p}{2}$$

для правой части параболы, где y_1 и y_2 — искомое количество адсорбированного фермента (мг) на поверхности цеолитов: k, n, m, p, q — экспериментально найденные величины (мг) адсорбированного фермента на той же поверхности цеолитов при pH 6; 7; 8; 9 и 10 соответственно независимо от ионной силы раствора, которая может меняться в диапазоне 0,01—0,15 M NaCl; x — величина pH от 6 до 8 для левой части параболы и от 8 до 10 для ее правой части.

Модифицирующее действие цеолитов на протеолитическую способность трипсина и химотрипсина

Кол-во субстрата, мг	Кол-во добавленного фермента, мг		Кол-во добавленных цеолитов, %	Кол-во субстрата после окончания гидролиза, %	
	Трипсин	Химотрипсин		Трипсин	Химотрипсин
150	1	4	0	82	89
150	1	4	2	67	82
150	1	4	5	34	22
150	1	4	10	64	52

Как видно из таблицы, добавление цеолитов меняет величину протеолиза белкового субстрата. Она возрастает по мере увеличения процента добавленных цеолитов от 2,0 до 5,0%. Добавление цеолитов выше 5,0% снижает скорость протеолиза. Максимальная протеолитическая скорость трипсина имело место при 5,0% добавке цеолитов. Протеолитическая активность химотрипсина наиболее высокая также при 5,0% добавлении цеолитов к фермент-субстратному комплексу. Наблюдается прямая зависимость между количеством добавленных цеолитов и скоростью протеолиза химотрипсином.

Полученные данные показывают, что найденные нами протеолитические сдвиги при добавлении цеолитов к фермент- субстратному комплексу обусловлены в основном взаимодействием между ферментом и поверхностью цеолитов.

Институт психиатрии
им. М. М. Асатиани
МЗ ГССР

(Поступило 22.5.1984)

ბიოფიზიკა

ნ. მაკარიძე

ცეოლითების ადსორბციული უნარი ზოგიერთი პროტეოლიზური ფერმენტების მიმართ

რეზიუმე

შესწავლილია ცეოლითების ზედაპირზე ტრიპსინისა და ქიმოტრიპსინის იმობილიზაციის ფიზიკო-ქიმიური მექანიზმები. გამორკვეულია იმობილიზაციის გავლენა პროტეოლიზის სიჩქარესა და ხასიათზე. ნაჩვენებია, რომ ტრიპსინს და ქიმოტრიპსინს აქვთ უნარი ადსორბირდნენ ცეოლითების ზედაპირზე.

BIOPHYSICS

N. G. MAKARIDZE

THE ADSORPTIVITY OF ZEOLITES TO SOME PROTEOLYTIC ENZYMES

Summary

Some physico-chemical mechanisms of trypsin and chymotrypsin immobilization on zeolite surface was studied. The influence of immobilization of these enzymes on the type and rate of proteolysis was ascertained. Trypsin and chymotrypsin are shown to be capable of adsorbing on the surface of zeolites.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. D. M. Goldberg, R. Campbell, A. D. Roy. Biochim. Biophys. Acta, 167, 3, 1968, 613-615.
2. Б. П. Суринов. Автореферат канд. дисс. Л., 1965.
3. М. Тривен. Иммобилизованные ферменты. М., 1983.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 539—196.2

БИОФИЗИКА

Н. С. ВАСИЛЬЕВА-ВАШАКМАДЗЕ

ДЕСТАБИЛИЗАЦИЯ ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНЫХ ВОДОРОДНЫХ СВЯЗЕЙ В КОМПЛЕМЕНТАРНЫХ ПАРАХ ОСНОВАНИЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИОНОВ НЕКОТОРЫХ МЕТАЛЛОВ

(Представлено академиком Э. Л. Андроникашвили 2.7.1984)

Как было недавно установлено в работах [1, 2], точечные мутации, например типа *G—T**, обнаруженные в онкогене, относятся к числу «горячих точек» в первичной последовательности нуклеотидов, приводящих к синтезу онкобелков и трансформации нормальных клеток в опухолевые.

Вместе с тем, в работах [3—5] обнаружено избыточное количество ионов некоторых металлов в молекулах ДНК опухолевых клеток и высказано предположение, что ионы металлов могут приводить к искажениям генетического кода — точечным мутациям [6].

Этому вопросу посвящены работы как экспериментального, так и теоретического характера [6—9]. В связи с этим становится понятной целесообразность проведения квантово-механического расчета, позволяющего получать количественные характеристики, отражающие влияние ионов металлов на устойчивость водородных связей в нуклеотидных парах.

Рассмотрим систему водородных связей между комплементарными основаниями на примере пары *A—T* (рис. 1).

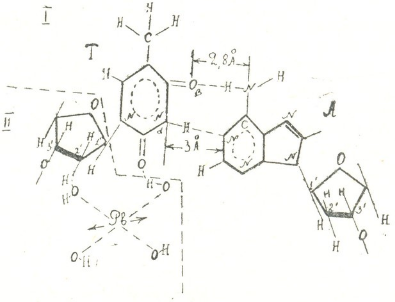


Рис. 1. Образование комплекса А—Т—Pb с учетом гидратации Pb^{2+}-иона. В верхней части рисунка (I) изображена комплементарная пара А—Т. Водородные связи N—H...N и O...H—N дестабилизируются при комплексообразовании А—Т (II) с ионом Pb^{2+} (см. текст)

Для изучения стабильности водородных связей следует вести параметр P_{kl}, выражающий зависимость устойчивости связи между атомами k и l от атомного окружения [10, 11].

Принимая во внимание, что дистальные атомы, участвующие в образовании водородных связей между комплементарными основаниями в ДНК принадлежат массивным полинуклеотидным цепям, расстояние между ними можно считать постоянным [12]:

$$R_{N-H}+R_{H\ldots N}=3\,\mathring{A},\ R_{N-H}+R_{H\ldots 0}=2{,}8\,\mathring{A}, \tag{1}$$

что позволяет свести вычисление параметра устойчивости водородной связи $N—H...N$ и $N—H...0$ к вычислению соответственно величин P_{NH} и $P_{O\ldots H}$.

Выражение для параметра P_{kl} в полуэмпирическом приближении приобретает вид

$$P_{kl}=\frac{2}{R_{kl}{}^{3}}\,\varepsilon_{kl}-[\eta_{kl}(I_k+I_l)+\Lambda_{kl}]S''_{kl}-\frac{\frac{1}{4}\,\Gamma_{kl}(I_k+I_l)}{\left[1+\frac{1}{2}\,(I_k+I_l)\,R_{kl}\right]^{3}}, \tag{2}$$

где $\varepsilon_{kl}=Z^*_k Z^*_l-Z^*_k-Z^*_l$; Z^*_{kl}—эффективные атомные заряды; R_{kl}—межатомные расстояния; I_{kl}—потенциалы ионизации; Γ_{kl}—элементы матрицы плотности, $\Gamma_{kl}=\sum_i^{\text{зан}} N_i C_{ki} C_{li}$; Λ_{kl}—элементы энергетической матрицы, $\Lambda_{kl}=$ $=\sum_i^{\text{зан}} N_i \lambda_i C_{ki} C_{li}$; S_{kl}—интегралы перекрывания, $S_{kl}=\langle U^0_k(1)\,U^0_l\,1\rangle\rangle$;

λ_i, C_{kj}—решения системы уравнений (3); η_{kl}—эмпирическая константа.

Все величины, входящие в выражение (2), берутся в атомных единицах.

Из общей теории строения молекул следует, что присоединение лигандов к одному из нуклеотидов (в данном модельном примере присоединение Pb к тимину) должно вызвать значительное перераспределение электронной плотности во всей системе и, в частности, на атомах, между которыми образуются водородные связи.

Эти изменения должны отразиться на величине P_{kl}, так как выражение (2) является функцией атомных параметров системы.

Для определения электронных плотностей и других параметров тимина в свободной паре $A—T$, а также в комплексе $A—T—Pb$ применялся метод ССПХФ (самосогласованное поле Хартри—Фока) в приближении НДП (нулевое дифференциальное перекрывание) [12].

Необходимые расчеты проводились с помощью ЭВМ БЭСМ-6 в ИПМ им. И. Н. Векуа.

Решалась задача на собственные функции и собственные значения в π-электронном приближении:

$$\sum_k^M C_{ki}\left\{[k|e]+\sum_{pq}^M \Gamma_{pq}([kl|pq]-[kp\mid ql])-\lambda_j S_{kl}\right\}=0, \tag{3}$$

$$\sum^{\text{зан}} C_{ki} C_{li} S_{kl} N_i = 1$$

где Γ_{pq} — элементы матрицы плотности; S_{k_l} — интегралы перекрывания; $[k|l]$ — одноэлектронные основные интегралы, $[k|l] = \langle u_k^{0*}(1) \widehat{f_1}\, u_l^0 \langle 1 \rangle \rangle$; $[kl|pq]$—интегралы межэлектронного взаимодействия,

$$[kl|pq] = \langle u_k^{0*}(2)\, u_l^{0*}(1)\, g_{12}\, u_p^{0*}(2)\, u_q^0(1) \rangle.$$

Решения системы уравнений (3) были использованы для определения π-электронного ($q\pi$), эффективного атомного ($z^* = z - \sigma$) зарядов (σ определялась по Слетеру с учетом π-электронного заряда на атомах), а также Λ_{kl}, Γ_{kl}.

Из полученной совокупности атомных характеристик выбирались величины, входящие в выражение для параметра P_{kl}, определяющего устойчивость водородных связей в свободной паре (рис. 1,I).

Для расчета комплекса тимина со свинцом проводился предварительный анализ стерического соответствия взаимодействующих компонентов. Принималось во внимание, что при растворении в воде солей свинца (и других растворимых в воде соединений Pb) образуются гидратированные ионы Pb^{2+}, обратимо связывающиеся с нуклеотидами. На роль гидратации указано в работах Г. М. Мревлишвили [13], что учитывалось в нашей модели.

Координационное число свинца при сольватации (гидратации) $N_{pb} = 6$, электроотрицательность $i = 0{,}45$, валентные углы $\alpha_l = 90°$, средняя длина лигандов $R_l = 2\,\mathring{A}$. Учитывалось плоское строение тимина, что позволило применить π-элекронное приближение.

Как и в первом случае, решалась система уравнений ССПХФ в приближении НДП с применением ЭВМ.

Для этих двух случаев получены следующие значения параметров P_{kl}.

$$k_{N-H} = 10, \qquad k_{O\ldots H} = 2{,}7,$$

где $k_{kl} = P_{kl}(\mathrm{I})/P_{kl}(\mathrm{II})$. Римская цифра I соответствует свободной паре $A—T$, а комплексу $A—T—Pb$—цифра II.

Как показывает сравнение найденных значений P_{kl}, при действии ионов свинца на тимин в водном растворе внутримолекулярные водородные связи между комплементарными основаниями дестабилизируются, причем водородная связь $N—H...N$, локализованная вблизи лиганда, дестабилизируется в большей степени ($k = 10$), чем связь $O...H—N$, находящаяся дальше от него ($k = 2{,}7$).

На основании полученных оценок можно сделать вывод о том, что комплексообразование с металлом приводит к локальным нарушениям генетического кода типа точечных мутаций, связанных с переориентацией внутримолекулярных водордных связей, что согласуется с экспериментальными данными [9, 13] и подтверждает справедливость высказанных предположений о возможном механизме влияния ионов некоторых металлов на генетический код—возникновение точечных мутаций [6].

Тбилисский государственный университет

(Поступило 7.9.1984)

ბიოფიზიკა

ნ. ვასილიევა-ვაშაყმაძე

კომპლემენტარულ ფუძე წყვილებში ზოგიერთი მეტალის იონების მოქმედების შედეგად შიგამოლეკულური წყალბადური ბმების დესტაბილიზაცია

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ტყვიის მიერთება კომპლემენტარულ წყვილზე იწვევს განსაკუთრებულად ძლიერგამოსახულ დესტაბილიზაციას შეტევის მახლობლად მდებარე A—T ბმაზე შეტევის ადგილიდან დაშორებულ ბმასთან შედარებით.

BIOPHYSICS

N. S. VASILIEVA-VASHAKMADZE

DESTABILIZATION OF THE INTRAMOLECULAR HYDROGEN BONDS IN COMPLEMENTARY BASE PAIRS UNDER THE ACTION OF SOME METAL IONS

Summary

The addition of lead to the complementary pair A—T is shown to destabilise an H-bond located near the attacking agent to a greater degree than its counterpart situated farther from the site of attack.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. C. J. Tabin *et al.* Nature, 300, 1982, 143-149.
2. E. P. Reddy *et al.* Nature, 300, 1982, 149-152.
3. Э. Л. Андроникашвили и др. ДАН СССР, 195, № 4, 1970, 797.
4. Э. Л. Андроникашвили. Сообщения АН ГССР, 68, № 2, 1972, 315.
5. E. L. Andronikashvili, L. M. Mosulishvili. In: Metal Ions in Biological Systems, 10, 1980, 167-171.
6. Э. Л. Андроникашвили, Н. Г. Есипова. Биофизика, XXVII, вып. 6, 1982, 1022.
7. M. A. Siriver, L. A. Loeb. Science, 194, 1976, 1434.
8. Э. Л. Андроникашвили, Н. Г. Есипова. Роль ионов металлов в инициировании и развитии злокачественной трансформации. Препринт, ИФ АН ГССР, 1982.
9. Р. Мартин, Я. Брюс. Сб. «Взаимодействие между ионами металлов и нуклеиновыми кислотами, нуклеозидами, нуклеотидами в растворе». М., 1982.
10. Н. С. Васильева-Вашакмадзе. Труды ТГУ, Физика, 209, 1979.
11. Н. С. Васильева-Вашакмадзе. Труды ТГУ, Физика, 216, 1980.
12. J. A. Popl, G. A. Segal, J. Chem. Phys. 44, 1968, 3289.
13. Г. М. Мревлишвили. Низкомолекулярная калориметрия биологических макромолекул. Тбилиси, 1984, 114.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 2, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 2, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 2, 1986

УДК 616.71—006.04+616.71—073.75

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

О. Н. ГУДУШАУРИ (академик АН ГССР), Р. Я. ВЕПХВАДЗЕ, Б. Б. КАПАНАДЗЕ, К. Ш. ТОРОНДЖАДЗЕ, Д. Ш. БЕНИАШВИЛИ, А. Д. ГАГУЛАШВИЛИ

РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСТЕОБЛАСТОМОГЕНЕЗА

Остеогенные новообразования представляют собой одну из наиболее сложных и малоизученных проблем современной онкологии. В рентгеновской диагностике опухолей костей самые ранние признаки развития саркомы почти неизвестны. Поэтому экспериментальное воспроизведение опухолей костей и рентгенологическое изучение в динамике остеобластомогенеза может помочь онкологам в улучшении распознавании опухолевых поражений костей.

В литературе имеются единичные сообщения [1, 2], касающиеся рентгенологических изменений в костях у экспериментальных животных.

Целью настоящей работы является изучение рентгенологических особенностей в костях в процессе индукции химическим веществом сарком у кроликов. Они изучены нами у 45 подопытных животных в возрасте от 4 до 24 месяцев — самцах весом от 1,5—2 кг, которым по методике Н. А. Кроткиной и М. А. Ачкасовой [3] в проксимальный метаэпифиз правой большеберцовой кости вводилась парафиновая пилюля с 10 мг 0,10-диметил-1,2-бензантрацена (ДМБА). Для изучения изменений, возникающих в костной ткани после введения бластомогенного вещества, кролики систематически подвергались серийному рентгенографическому исследованию. Рентгенография производилась в области коленного сустава и голени в двух проекциях. Рентгеновские снимки делались на протяжении всего эксперимента 2 раза в месяц. Морфологическая верификация проводилась в динамике развития опухолей с помощью аспирационной и трепанбиопсии.

В первый месяц после введения бластомогенного вещества на рентгенограммах в области метаэпифиза большеберцовой кости обнаруживалась небольшая перестройка костной ткани с нечетко дифференцированным трепанационным отверстием округлой формы, иногда смазанность структуры кости. Вокруг трепанационного дефекта в большинстве случаев наблюдалась склеротическая перестройка кости, которая постепенно нарастала.

Спустя 2—3 месяца после введения канцерогена трепанационный дефект уменьшался в размерах за счет частичного заполнения его новообразованной костной тканью. Склеротическая перестройка в этом периоде убывала, местами были видны четко очерченные небольшие кистовидные образования.

В дальнейшем по мере уменьшения реактивных явлений возникали новые очаговые изменения, которые у разных животных выявлялись в индивидуально различные сроки. У кроликов с остеобластической формой в метаэпифизе большеберцовой кости появлялись единичные островки уплотненной костной структуры, которые по мере роста сливались между собой. Выраженность и характер этих изменений

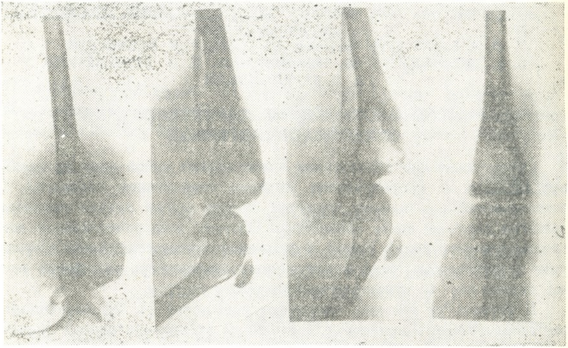


Рис. 1. Рентгенологические изменения в костях при развитии остеолитической формы остеогенной саркомы

по мере роста опухоли в кости постепенно менялись. Периостальные разрастания игольчатого типа постепенно сменялись веерообразными и пластинчатыми периостальными наслоениями диффузного характера. При остеолитической форме в метаэпифизе большеберцовой ко-

Рис. 2. Рентгенологическая картина большеберцовой кости при индукции остеобластической формы остеогенной саркомы

сти кроликов обнаруживались одиночные мелкие остеолитические очаги, которые, увеличиваясь в размерах и сливаясь между собой, образовывали крупные деструктивные очаги без четких границ с постепенным разрушением метаэпифиза кости и появлением реактивных изменений со стороны надкостницы.

Из 30 кроликов, оставшихся в живых к моменту появления первой опухоли, новообразования развились у 19 (у 18 — остеогенная саркома, у 1 — злокачественная остеобластокластома). Средний латентный период равнялся 180±19 дней. Индуцированные у кроликов остеогенные опухоли были разделены на остеолитическую, остеобластическую и смешанную формы.

К остеолитическим саркомам были отнесены опухоли, в рентгенологической картине которых процессы разрушения кости преобладали над ее новообразованием (у 8 из 19 кроликов).

В остеобластическую группу остеогенной саркомы вошли опухоли, в рентгенологической картине которых процессы новообразования кости преобладали над ее разрушением (у 7 из 19 животных).

Смешанные формы составили опухоли, в которых сочетались остеобластические и остеолитические процессы (у 4 из 19 кроликов).

У 5 кроликов наблюдались патологические переломы — у 3 с остеолитической формой остеогенной саркомы и у 2 с остеобластической формой. У 2 животных патологический перелом явился первым рентгенологическим признаком опухоли; у других кроликов они возникали в ранние сроки (через 5—6 месяцев) после появления рентгенологических признаков опухоли.

Таким образом, изучение рентгенологических особенностей систематически воспроизводимых экспериментальных биологических моделей костных опухолей открывает новые возможности для выяснения многих пока еще спорных вопросов патогенеза и клиники злокачественных опухолей у человека.

Научный центр травматологии
и ортопедии
МЗ ГССР

Онкологический научный центр
МЗ ГССР

(Поступило 28.11.1985)

ექსპერიმენტული მედიცინა

ო. ღუდუშაური (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), რ. ვეფხვაძე,
ბ. კაპანაძე, ქ. ტორონჯაძე, ჯ. გენიაშვილი, ა. გაგულაშვილი

ოსტეობლასტომოგენეზის რენტგენოლოგიური დახასიათება

რეზიუმე

შესწავლილია დინამიკაში ძვლის სიმსივნეების განვითარების დროს რენტგენოლოგიური ცვლილებები. ცდები ჩავატარეთ 45 კურდღელზე, რომელთაც ძვლის ქსოვილში შეუყვანეთ ბლასტომოგენური ნივთიერება დმბა. ინდუცირებული სიმსივნეები დავყავით ოსტეოლიტურ, ოსტეობლასტურ და შერეულ ფორმებად. მათი რენტგენოლოგიური თავისებურების შესწავლას დიდი მნიშვნელობა აქვს ავადმყოფების ავთვისებიანი სიმსივნეების კლინიკისა და პათოგენეზის გაურკვეველი საკითხების დადგენაში.

EXPERIMENTAL MEDICINE

O. N. GUDUSHAURI, R. I. VEPKHVADZE, B. B. KAPANADZE,
K. Sh. TORONJADZE, D. Sh. BENIASHVILI, A. D. GAGULASHVILI

ROENTGENOLOGIC FEATURES OF OSTEOBLASTOMOGENESIS

Summary

The roentgenographic characteristics of the development of osteogenic tumours were studied in dynamics following the administration of DMBA in 45 rabbits. Induced tumours of the bone are divided into (a) osteolytic (b), osteoblastic, and (c) mixed forms. A study of the peculiarities of bone tumours in experiment open up new opportunities for elucidating questions of the pathogenesis and clinical manifestation of malignant tumours in man.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. И. Прокофьева. Вопр. онкол., IV, 1, 1958.
2. Л. А. Черкасский. Там же.
3. Н. А. Кроткина и М. А. Ачкасова. Арх. пат., VIII, 3, 1946.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 616.089.843

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

А. М. ГАГУА, Л. Л. ГУГУШВИЛИ, В. П. ДЕМИХОВ, В. М. ГОРЯЙНОВ

РОЛЬ СОСУДИСТОГО ФАКТОРА В ПАТОГЕНЕЗЕ ОСТРОЙ ПЕЧЕНОЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ И ПРИНЦИПЫ ЕЕ ЛЕЧЕНИЯ

((Представлено членом-корреспондентом Академии Н. К. Пагава 3.5.1984)

Несмотря на давность изучения проблемы патогенеза острой печеночной недостаточности, в настоящее время она все же остается открытой и существующие методы лечения патогенетически не обоснованы.

Для выяснения патогенеза острой печеночной недостаточности (ОПН) и разработки патогенетически обоснованного метода ее лечения проведена комплексная работа: исследована печень у 80 трупов, среди которых 40 умерших от печеночной комы, и печень 30 собак, погибших после пересадки печени от печеночной и печеночно-почечной комы; дан анализ клинико-секционного материала НИИ СП им. Н. В. Склифосовского. На 45 собаках поставлены эксперименты моделирования ОПН различными методами. На 15 собаках изучены возможности перераспределения крови портальной системы при острых нарушениях портального кровообращения [1—9].

В данной статье речь пойдет о не выясненной до сих пор роли сосудистого фактора в патогенезе ОПН.

Печеночная артерия снабжает печень артериальной кровью по системе сосудов с высоким давлением и сопротивлением, тогда как воротная вена снабжает ее венозной кровью по системе с низким давлением и сопротивлением. Сопротивление в воротной вене в 50—100 раз меньше, чем в артериальной системе печени. Кровоток в воротной вене в большей степени определяется сосудистым сопротивлением во внутренних органах, расположенных в брюшной полости. Этот кровоток по существу состоит из полного венозного оттока от желудка, тонкого кишечника, толстого кишечника, поджелудочной железы и селезенки, за исключением небольшого количества венозного оттока в основном из вен пищевода и прямой кишки, который направляется, минуя печень, непосредственно в общую венозную систему. При затруднении воротного венозного тока эти системно-воротные венозные связи могут расшириться и стать клиническим признаком портальной гипертензии, а также служить источником тяжелой геморрагии. Последняя обычно появляется в венах пищевода, которые образуют анастомозы между левой гастральной веной воротной системы и непарной веной большого круга кровообращения. Аноректальные анастомозы находятся между ветвями брыжеечной вены воротной системы, нижней геморроидальной веной и другими венами прямой кишки, которые впадают в системные внутренние подвздошные вены. Другие второстепенные прямые связи между воротным и системным венозными сосудами находятся в пупочной и забрюшинной областях. Печень получает также небольшое количество артериальной крови из ветвей внутренних грудных и диафрагмальных артерий, которые снабжают кровью капсулу печени и vasa vasorum печеночных вен.

Общий кровоток в печени у человека составляет 1000—1500 мл/мин, т. е. примерно 20—30% сердечного выброса. В пересчете на единицу массы печени кровоток будет порядка 100—130 мл (100 г/мин) у людей, собак и кошек. Печеночная артерия снабжает от 1/4 до 1/3 общего объема.

Объем крови печени находится в пределах 25—30 мл на 100 г массы печени. Эта величина составляет 10—20% общей массы циркулирующей крови. Более 40% объема крови печени находится в больших емкостных сосудах. При сердечной недостаточности кровь может задерживаться в печени в такой степени, что ее объем достигает 60 мл/100 г.

Печень получает кислород из крови печеночной артерии в количестве 16—20 мл/100 мл из крови воротной вены, содержание кислорода в которой составляет 10—14 мл/100 мл. Содержание кислорода в крови печеночной вены равно 6—9 мл/100 мл. Максимальный захват кислорода (6 мл на 100 г массы печени) достигается, когда кровоток в печени примерно равен 100 мл (100 г/мин). Доставка кислорода составила 16 мл (100 г/мин): 5 мл доставляется печеночной артерией, через которую проходит приблизительно 25% кровотока, и 11 мл — через воротную вену, через которую проходит 75% кровотока.

Особенно наглядно роль сосудистого фактора в патогенезе ОПН демонстрируется результатами экспериментальных исследований. Установлено, что нарушение внутрипеченочного кровообращения возникает непосредственно после введения животным CCl_4, предшествует морфологическим изменениям печеночной ткани и снижению активности дыхательных ферментов. Эта реакция сосудистой системы печени осуществляется сфинктерным механизмом и отражает компенсаторно-приспособительные реакции организма, направленные на задержку и обезвреживание яда в печени путем замедления движения крови по синусоидам, увеличения количества крови, депонированной в печени и в пределах портальной системы. Длительность и сила сосудистых реакций зависят от количества введенного CCl_4. При высокой концентрации его в крови они могут быть выражены настолько, что сами ведут к гипоксии печени с последующим развитием дистрофии и центрилобулярного некроза. Вторичные морфологические изменения печени еще больше усугубляют нарушения гемодинамики органа.

Кроме того, в экспериментах на собаках было доказано, что в условиях острого нарушения кровотока по воротной вене изменяется венозное давление в нижней полой и печеночных венах, перераспределяется кровь в портальной системе. Наряду с этим, обнаружено, что давление в печеночных венах до лигирования воротной вены несколько выше венозного давления в кавальной системе. В ответ на перевязку воротной вены давление в печеночных венах значительно падает. В то же время давление в нижней полой вене повышается. По всей вероятности, это повышение обусловлено сбросом портальной крови в кавальную систему через существующие порто-ковальные анастомозы. Перевязка воротной вены обусловливает быстрое нарастание давления до 400—500 мм вод. ст. и разность венозного давления в портальной системе до и после перевязки воротной вены составляет $40{,}114 \pm 1{,}349$ мм вод. ст., а разность давления в кавальной системе в тех же условиях эксперимента — $49{,}361 \pm 1{,}297$ мм вод. ст.

Анализ цифровых данных показывает высокие адаптационные возможности как портальной, так и кавальной систем, в особенности печеночных вен. Препятствия на пути кровотока в печени, как функциональные, так морфологические, ведут к повышению портального давления, увеличению емкости этой системы. Портальная гипертензия облегчает гемодинамику печени в создавшихся условиях, т. е. является симптомом компенсации. С другой стороны, она ведет к широкому функционированию шунтов, сбрасывающих кровь в печеночные вены, развитию внепеченочных анастомозов, а это ухудшает кровоснабжение печени. К тому же выполнить полностью свою роль по разгрузке портальной системы анастомозы не могут, так как гемодинамика в них находится под контролем охранительных нервнорефлекторных реакций. Они обеспечивают поддержание гомеостаза организма путем задержки химически измененной крови в печени, в пределах портальной системы и освобождение ее от веществ, подлежащих удалению из печени. Таким образом, создавшийся порочный круг способствует прогрессированию патологического процесса.

Суммируя вышеизложенное, можно заключить, что гемодинамика печени определяется рядом факторов: общей гемодинамикой, реакциями сосудистой системы, направленными на поддержание гомеостаза организма и оптимальных условий кровообращения печени, и морфологическим состоянием органа. Кроме того, нарушения печеночного кровообращения могут предшествовать морфологическим изменениям печени и нарушению основных ее функций, что и указывает на возможность большой роли сосудистого фактора, в основном портального, в частности, в патогенезе ОПН. Поэтому лечение ОПН следует начинать с декомпрессии портальной ситемы в сочетании с применением средств и методов, позволяющих нормализовать органное кровообращение. Эти мероприятия необходимо осуществлять в начальной стадии заболевания. В поздних стадиях заболевания, когда развивается некроз паренхимы печени, единственно рациональным методом лечения может оказаться только ортотопическая пересадка печени. Именно из этого и должна исходить система противокоматозного мероприятия, которая требует четкой организации, высококвалифицированных специалистов и мощного оборудования. Мы считаем, что она наиболее эффективно может быть проведена в гепатологических центрах или в крайних случаях в реанимационных центрах.

НИИ экспериментальной
и клинической хирургии
МЗ ГССР

НИИ скорой помощи
им. Склифосовского
МЗ РСФСР

(Поступило 25.5.1984)

ექსპერიმენტული მედიცინა

ა. გაგუა, ლ. გუგუშვილი, ვ. დემიხოვი, ვ. გორიაინოვი

სისხლძარღვების ფაქტორის როლი ღვიძლის მწვავე უკმარისობის პათოგენეზში და მისი მკურნალობის პრინციპები

რეზიუმე

შესწავლილია თანამედროვე მედიცინის მეტად რთული და ჯერ კიდევ ნაკლებად შესწავლილი სფეროს — ღვიძლის მწვავე უკმარისობის პათოგენეზში სისხლძარღვების ფაქტორის როლი და მისი ოპტიმალური ქირურგიული მკურნალობის პრინციპები. კომპლექსური (რენტგენოვაზოგრაფიული, კლინიკურსექციური, ანატომიური და ექსპერიმენტული) გამოკვლევების შედეგად ჩვენ ღვიძლის მწვავე უკმარისობის ძირითად მიზეზად მივიჩნიეთ კარის (ანუ პორტული) სისხლმიმოქცევის მოშლა, ნაცვლად ადრე მიღებული ამიაკური თეორიისა, რამაც ჩვენ საშუალება მოგვცა ღვიძლის მწვავე უკმარისობის პათოგენეზის ძირითადი მიზეზის დადგენისა და მისი ქირურგიული მკურნალობის პრინციპების შემუშავებისა.

A. M. GAGUA, L. L. GUGUSHVILI, V. P. DEMIKHOV, V. M. GORYAINOV

IDENTIFICATION OF THE PATHOGENETIC MECHANISMS OF ACUTE HEPATIC INSUFFICIENCY AND PLANNING ITS SURGICAL TREATMENT

Summary

The difficulty of treating acute hepatic insufficiency (AHI) is due to the inadequate study of the basic links of AHI pathogenesis. The inadequate understanding of AHI pathogenesis stems from the absence of complex investigations of its anatomicophysiological bases. Based on roentgeno-anatomic, experimental, clinical- and contemporary records, the authors have identified the essence of AHI pathogenesis and evolved guidelines for its surgical treatment.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. М. Гагуа. Сообщения АН ГССР, 102, № 1, 1981, 181—184.
2. А. М. Гагуа. Изв. АН ГССР, сер. биол., т. № 3, 1981, 197—201.
3. Л. Л. Гугушвили, А. М. Гагуа. Сообщения АН ГССР, 78, № 1, 1975, 205—208.
4. А. М. Гагуа, Л. Л. Гугушвили. Сообщения АН ГССР, 108, № 2, 1982, 421—424.
5. А. М. Гагуа. Труды НИИ эксп. и клин. хирургии им. К. Д. Эристави МЗ ГССР, 17, 1978, 158—162.
6. А. М. Гагуа. Сообщения АН ГССР, 97, № 2, 1980, 477—480.
7. В. П. Демихов, Л. Л. Гугушвили и др. Сообщения АН ГССР, 97, № 1, 1980, 205—208.
8. А. М. Гагуа, Л. Л. Гугушвили и др. Сообщения АН ГССР, 107, № 3, 1982, 621—624.
9. А. М. Гагуа, Л. Л. Гугушвили и др. Сообщения АН ГССР, 109, № 2, 1983, 402—405.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 616.831—009.81

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Г. А. ДЖАПАРИДЗЕ

ИЗМЕНЕНИЕ МИГАТЕЛЬНОГО РЕФЛЕКСА ПРИ ГЕМИПАРЕЗЕ

(Представлено академиком Т. Н. Ониани 22.4.1986)

С помощью электромиографического исследования было показано, что мигательный рефлекс состоит из раннего ипсилатерального компонента R_1 с латентным периодом 8—12 мс и поздних билатеральных компонентов R_2 с латентным периодом 21—40 мс [1]. Афферентным звеном обоих компонентов является тройничный нерв, а эфферентным — лицевой [1, 2]. Электромиографическое исследование мигательного рефлекса применялось при диагностике поражений ствола головного мозга [3, 4], как и при поражениях тройничного и лицевого нервов [3, 5]. Данные авторов об изменении параметров двух компонентов мигательного рефлекса в случаях гемисферных поражений, непосредственно не затрагивающих стволовые центры рефлекторного кольца, в частности, при нарушениях мозгового кровообращения с синдромом гемипареза, противоречивы [6—8], и для уточнения характерных изменений мигательного рефлекса при гемипарезе требуются дальнейшие исследования. В настоящей работе анализировались изменения мигательного рефлекса у больных с гемипарезом и полученные результаты сравнивались с литературными данными последних исследований.

Для вызывания мигательного рефлекса производилась стимуляция супраорбитального нерва поверхностными электродами диаметром 5 мм, помещенными на лбу, с катодом непосредственно у выхода супраорбитального нерва. Отводящие поверхностные электроды диаметром 5 мм, с межэлектродным расстоянием 1,5 см фиксировались в суборбитальной области с обеих сторон. Рефлекс вызывался одиночными прямоугольными стимулами длительностью 0,5 мс и интенсивностью, в 2 раза превышающей пороговую величину для компонента R_2. Высчитывались амплитуды и латентные периоды обоих компонентов мигательного рефлекса.

Было исследовано 10 больных с гемипарезом сосудистой этиологии в возрасте от 50 до 75 лет. Исследование проводилось по меньшей мере спустя 3 недели после развития инсульта во всех случаях при ясном сознании больных. Контрольная группа была составлена из 10 здоровых лиц в возрасте от 53 до 77 лет.

У контрольных лиц латентный период компонента R_1 был в среднем равен $10{,}4 \pm 0{,}5$ мс; разница между латентными периодами R_1 правой и левой сторон статистически недостоверна.

У больных с гемипарезом латентный период R_1 на паретической стороне ($10{,}2 \pm 0{,}9$ мс) был примерно равен тому же параметру на здоровой стороне ($10{,}6 \pm 1{,}3$ мс). Статистически недостоверна разница и между латентными периодами компонентов R_1 больных и контрольных лиц (см. таблицу).

Латентные периоды (мс) компонентов R_1 и R_2 мигательного рефлекса у контрольных лиц и у больных с гемипарезом

Ответ	Контрольная группа	Больные с гемипарезом	
		Стимуляция здоровой стороны	Стимуляция паретической стороны
R_1	$10{,}4\pm0{,}5$	$10{,}6\pm1{,}3$	$10{,}2\pm0{,}9$
Прямой R_2	$29{,}9\pm1{,}0$	$31{,}6\pm2{,}5$	$38{,}7\pm4{,}0$
Содружественный R_2	$30{,}4\pm0{,}7$	$35{,}9\pm5{,}0$	$38{,}0\pm4{,}4$

У лиц контрольной группы разница между латентными периодами прямого R_2 ($29{,}9\pm1{,}0$ мс) и содружественного R_2 ($30{,}4\pm0{,}7$ мс) статистически недостоверна.

У больных с гемипарезом при стимуляции паретической стороны наблюдалось удлинение латентных периодов R_2 по сравнению с латентными периодами R_2 при стимуляции здоровой стороны; однако в этом случае достоверна лишь разница между латентными периодами прямых R_2 ответов, тогда как разница между латентными периодами содружественных компонентов R_2 статистически недостоверна (см. таблицу). Это удлинение латентных периодов R_2 при стимуляции паретической стороны еще больше заметно при сравнении с тем же параметром у контрольных лиц; разница достоверна при сравнении как прямых, так и содружественных поздних компонентов. При стимуляции паретической стороны латентные периоды поздних компонентов с обеих сторон почти равномерны. При стимуляции здоровой стороны латентный период контралатерального R_2 достоверно ($P<0{,}02$) удлинен по сравнению с латентным периодом ипсилатерального R_2 (см. таблицу).

Статистически достоверно ($P<0{,}01$) удлинение латентного периода R_2 на паретической стороне при стимуляции здоровой стороны ($35{,}9\pm5{,}0$ мс) по сравнению с латентным периодом содружественного R_2 у контрольной группы ($30{,}4\pm0{,}7$ мс); при сравнении же латентного периода ипсилатерального R_2 при стимуляции нормальной стороны у больных с гемипарезом ($31{,}8\pm2{,}5$ мс) с латентным периодом ипсилатерального R_2 у контрольных лиц ($29{,}9\pm1{,}0$ мс) разница статистически недостоверна.

Амплитуды компонентов R_1 и R_2 мигательного рефлекса колебались в широких пределах как у здоровых лиц, так и у больных с гемипарезом, но в среднем все же отмечалось некоторое (статистически недостоверное) снижение амплитуд R_2 ответов при стимуляции паретической стороны, тогда как амплитуды R_1 ответов у больных и у контрольных лиц оказались примерно одинаковы. Не было выявлено четкой закономерности между изменениями компонентов R_1 и R_2. Таким образом, самый чувствительный, наиболее часто меняющийся параметр мигательного рефлекса при гемипарезе — это латентный период R_2.

Рассматривая изменения латентных периодов позднего компонента мигательного рефлекса у больных с гемипарезом, можно было выделить три основных типа расстройств: у 4 больных отмечались афферентные расстройства, т. е. удлинение латентных периодов R_2 билатерально при стимуляции на паретической стороне; у 3 больных — эфферентные расстройства, т. е. удлинение латентных периодов R_2 на стороне пареза независимо от стороны стимуляции; у 2 больных — смешанные, афферентно-эфферентные расстройства. У одной больной не наблюдалось изменений латентных периодов второго компонента. Отмечалась некоторая связь между интенсивностью изменений мигательного рефлекса и тяжестью гемипареза.

Полученные нами результаты относительно латентных периодов компонентов мигательного рефлекса у здоровых лиц, а также данные относительно незначительной разницы в среднем между R_1 у больных и у лиц контрольной группы приблизительно сходятся с некоторыми предыдущими сообщениями [6, 9]. Исходя из данных наших исследований можно отметить явное угнетение компонента R_2 мигательного рефлекса с обеих сторон у больных с гемипарезом при стимуляции с паретической стороны, в то время как при стимуляции со здоровой стороны угнетение компонента R_2 происходит только на паретической стороне. Приведенные нами данные приблизительно согласуются с данными других авторов [8, 9]. Указанные афферентный, эфферентный и афферентно-эфферентный типы изменения компонента R_2, обусловленные поражением контралатеральной гемисферы головного мозга, вероятно, являются следствием утраты облегчающего влияния нисходящих кортико-бульбарных волокон на афферентную и/или эфферентную порцию рефлекторного кольца компонента R_2.

Тбилисский государственный институт
усовершенствования врачей

(Поступило 25.4.1986)

ექსპერიმენტული მედიცინა

გ. ჯაფარიძე

ხამხამის რეფლექსის ცვლილება ჰემიპარეზის დროს

რეზიუმე

ნაშრომი წარმოადგენს ხამხამის რეფლექსის ცვლილებების ანალიზს ჰემიპარეზის დროს. დაკვირვება ჩატარდა 50—75 წლის 10 ჰემიპარეზიან ავადმყოფზე. ელექტრომიოგრაფიული გამოკვლევით დადგინდა, რომ ავადმყოფებს ინსულტის შედეგად განვითარებული ჰემიპარეზით მნიშვნელოვნად აქვთ შეცვლილი ხამხამის რეფლექსის R_2 კომპონენტი. პარეზის მხარის სტიმულაციისას აღინიშნება R_2-ს ლატენტური პერიოდის გახანგრძლივება როგორც პარეზირებულ, ისე საღ მხარეზე. ასევე დამახასიათებელია R_2-ს ლატენტური პერიოდის გახანგრძლივება პარეზის მხარეზე იმისდა მიუხედავად, თუ რომელ მხარეს ხდება სტიმულაცია.

EXPERIMENTAL MEDICINE

G. A. JAPARIDZE

CHANGE OF THE BLINK REFLEX IN HEMIPARESIS

Summary

The paper deals with changes of the blink reflex in hemiparesis. The analysis involved 10 patients (aged 50-75 years) with hemiparesis. A study by the electromyographic method showed that the R_2 component of the blink reflex is materially altered in patients with hemiparesis resulting from stroke. At stimulating the paretic side a prolongation of R_2 latency is observed both on the paretic and normal sides. Stimulation of the nonparetic side, however, results in the prolongation of latency on the paretic side only, the latter being independent of the stimulation side.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. Kugelberg. Brain, 75, № 2, 1952, 385-396.
2. D. Rushworth. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 25, № 2, 1962, 93-108.
3. Г. Б. Грузман. Автореферат канд. дисс. М., 1979.
4. З. Х. Манович, Р. П. Ростовиева, Ю. К. Смирнов. Ж. невропат. и психиатр., 74, № 2, 1974, 189—192.
5. Ю. К. Смирнов, Ф. И. Багров, И. Т. Меламед. Ж. невропат. и психиатр., 78, № 6, 1978, 846—850.
6. J. Kimura. Neurology, 24, № 2, 1974, 168-174.
7. H. Dehen, J. C. Willer, N. Bathien. J. Cambier. Electroencephalogr. clin. Neurophysiol., 40, 1976, 393-400.
8. P. Girlanda, R. Dattola, C. Messina. Eur. Neurol., 23, № 3, 1984, 221-227.
9. R. Dengler, A. Kosseu, C. Dippner, A. Struppler. Electroencephalogr. clin. Neurophysiol., 53, 1982, 513-524.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 613.2—032

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Т. Ш. ТАМАЗАШВИЛИ

ХАРАКТЕР УСВОЕНИЯ ЖЕЛУДОЧНОЙ ПИТАТЕЛЬНОЙ СМЕСИ «ЭНШУР-ОСМОЛИТЕ»

(Представлено академиком О. Н. Гудушаури 3.9.1984)

В последнее время широкое применение в практике лечебного питания нашли американские питательные смеси различных рецептур, выпускаемые фирмой «Ross laboratories» и объединенные общим названием «Эншур» [1—3].

С целью оценки пригодности этих смесей были проведны 13 экспериментальных исследований, позволяющих охарактеризовать эффективность усвоения всех вводимых ингредиентов в условиях пищеварения, максимально приближенных к естественным. Поэтому опыты проводились на полифистульных собаках, которым на предварительной операции вживлялись фистулы в желудок, двенадцатиперстную кишку, различные участки тонкой кишки. Две кишечные петли, расположенные выше и ниже исследуемого участка, выводились в кожный лоскут [4].

Для определения объемной скорости эвакуации химуса в исследуемых отделах желудочно-кишечного тракта использовался электромагнитный потокамер РК-1 «Лотос» [5].

Смесь «Эншур» составлена таким образом, что 14% калорий обеспечиваются белками, 54,5% — углеводами и 31,5% — жирами. При этом белковые компоненты составляют 37 г на 1 л и обеспечиваются введением казеина натрия (87,5%) и белками, выделенными из сои (12,5%). Углеводный компонент содержит 145 г углеводов в 1 л смеси и обеспечивается введением кукурузного крахмала (74%) и сахарозы (26%). Жировой компонент обеспечивается введением 37,2 г гранулированного жира. Смесь содержит в 1 л 32,2 ммоль/л натрия, 32,5 м моль/л калия, 29,9 м моль/л хлоридов.

Эксперименты были поставлены на пяти полифистульных собаках, было получено 208 проб химуса, проведено 1664 его биохимических анализа по определению содержания электролитов, углеводов и азотистых продуктов.

При этом общее время усвоения смеси «Эншур-осмолите» колебалось между 7,5—8,5 часами и почти на 2 часа превышало время усвоения смешанного рациона из натуральных продуктов в контрольной серии исследований.

При анализе данных об изменении состава дуоденального химуса на протяжении всего периода пищеварения и состава химуса по мере перемещения его по тонкой кишке удалось выявить два этапа в усвоении питательной смеси «Эншур-осмолите», обусловленных спецификой ее состава.

Так, в течение первых 2 часов пищеварения концентрация натрия хотя и повышалась по сравнению со стандартными показателями содержания натрия в химусе при смешанном рационе, сниженными по сравнению с контрольными значениями за этот период оставались показатели общего азота и хлоридов. В отношении углеводов выявлялась противоположная зависимость, значения концентраций этих ингредиентов в 1—2 часа пищеварения были существенно выше, чем в контрольных сериях исследований. Аналогичные данные обнаруживались и при исследовании тонкокишечного химуса, хотя абсолютные значения содержания углеводов общего азота при этом оказывались сниженными по сравнению с дуоденальным химусом.

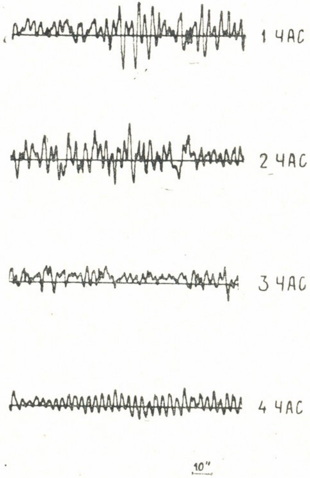


Рис. 1. Характер пропульсивной активности начального участка тонкой кишки в динамике усвоения желудочной питательной смеси «Эншур-осмолите»

На протяжении второго этапа усвоения смеси (3—8 часов пищеварения) программа изменения концентрационных показателей дуоденального химуса в отношении основных питательных веществ была различной. Так, содержание углеводов постепенно и значительно снижалось от 2-го к 8-му часу.

В отношении азотистых компонентов смеси выявлена иная зависимость. Снижение концентрации в течение первых 2 часов пищеварения сменялось достоверным нарастанием содержания общего азота в течение 3—8 часов наблюдения.

На уровне гастродуоденальной системы в отношении большинства исследуемых ингредиентов отмечалось выраженное изменение их содержания по сравнению с рационом за счет большого поступления воды, эндогенного натрия, калия, хлоридов в просвет двенадцатиперстной кишки в составе пищеварительных соков. Эндогенная «добавка», необходимая для усвоения смеси, была достаточно велика и превосходила содержание в рационе для воды, натрия, калия, хлоридов соответственно в 1,5; 8; 0,6 и 4 раза.

То обстоятельство, что эндогенная «добавка» натрия и хлоридов значительно превосходила эндогенную составляющую для других ингредиентов, дает основание считать, что большой изобразительный поток этих ингредиентов был обусловлен низким их содержанием в питательной смеси «Эншур-осмолите» и необходим для гомеостазирования электролитного состава энтеральной среды, в свою очередь являющегося, как было показано в ранее опубликованных работах, лимитирующим фактором усвоения отдельных компонентов в смеси в целом [6].

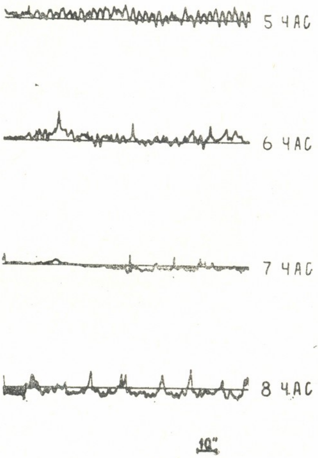


Рис. 2

Полученные данные свидетельствуют о том, что на уровне гастродуоденальной системы высокая степень усвоения, достигающая 72,7% введенного количества, была отмечена лишь в отношении углеводной компоненты смеси, а общий азот практически не усваивался.

При исследовании пропульсивной активности на входе в исследуемый участок тощей кишки, обеспечивающей эвакуацию химуса из гастродуоденального отдела, обнаружилось, что даже наиболее эффективное перемещение кишечного содержимого, выявляемое на 1—2-м часу усвоения питательной смеси, оставалось ниже контрольных данных. В последующие часы эти расхождения оказывались более выраженными за счет постепенного снижения скорости пропульсии от 3-го к 8-му часу активного пищеварения. На 7—8-м часу усвоения смеси перемещение незначительных объемов химуса обеспечивалось отдельными низкоамплитудными сокращениями (рис. 1).

Таким образом, установлено, что значительное разбавление смеси «Эншур-осмолите» на входе в тонкую кишку с выходом в энтеральную среду в составе пищеварительных соков больших объемов натрия и хлоридов замедляет темп усвоения смеси в целом и определяет ограничение к ее применению у хирургических больных, особенно оперированных на органах брюшной полости.

Тбилисский государственный
медицинский институт

(Поступило 6.9.1984)

ექსპერიმენტული მედიცინა

თ. თამაზაშვილი

კუჭში შესაყვანი საკვები ხსნარის „ენშურ-ოსმოლიტეს“ ათვისების ხასიათი

რეზიუმე

პოლიფისტულურ ძაღლებზე ჩატარებული ექსპერიმენტებით შესწავლილ იქნა ამერიკული საკვები ხსნარის „ენშურ-ოსმოლიტეს“ ორგანიზმის მიერ შეთვისების ხასიათი. აღმოჩნდა, რომ ხსნარი წვრილ ნაწლავში მოხვედრამდე განზავდება დიდი რაოდენობით და იწვევს ნატრიუმისა და ქლორიდების გამოყოფას საჭმლის მომნელებელ წვენებში. ყოველივე ამის გამო ხსნარი ითვისება ძნელად, ხანგრძლივი დროის განმავლობაში, რაც საბოლოო ჯამში განსაზღვრავს მისი მკაცრი ჩვენებითი გამოყენების აუცილებლობას აბდომინალურ ქირურგიაში.

EXPERIMENTAL MEDICINE

T. Sh. TAMAZASHVILI

THE NATURE OF ASSIMILATION OF THE GASTRIC NUTRITIOUS MIXTURE “ENSHUR-OSMOLYTE”

Summary

The nature of assimilation of the American nutritious mixture “Enshur-osmolyte” by the organism was studied in 13 experimental polyfistulous dogs. Before the mixture entered the small intestine, it was found to be much diluted, resulting in the release of a large amount of sodium and chlorides into the digestive juice composition. Hence the mixture is assimilated over a long period of time, and should, therefore, be used for strict indications, especially in abdominal surgery.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. B. R. Bistrian *et al.* JAMA, 230, 1974, 858—860.
2. B. R. Bistrian *et al.* JAMA, 235, 1976, 1567—1570.
3. G. L. Hill *et al.* Lancet, 1, 1977, 689—692.
4. М. И. Брюзгина и др. Космическая биология и авиакосмическая медицина, № 3, 1981, 85—88.
5. Т. С. Попова и др. ДАН СССР, 209, № 2, 1983, 497—501.
6. Ю. М. Гальперин, Т. С. Попова. ДАН СССР, 243, № 3, 1978, 394—398.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 616.12—008.311.615.22

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

М. З. МАЙСУРАДЗЕ, Г. В. АБУЛАДЗЕ, Т. С. ХУЦИШВИЛИ, А. В. МАШИНСКАЯ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТДЕЛЬНЫХ АНТИАРИТМИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ И ИХ КОМБИНАЦИЙ ПРИ ПАРОКСИЗМАХ СУПРАВЕНТРИКУЛЯРНОЙ ТАХИКАРДИИ И МЕРЦАНИЯ ПРЕДСЕРДИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 12.4.1985)

Лечение пароксизмальных форм суправентрикулярных аритмий остается одной из самых актуальных и, вместе с тем, трудных задач современной клинической кардиологии [1—9].

Внедрение в практику ряда новых антиаритмических средств обусловливает необходимость изучения их сравнительной эффективности.

Нами проведена сравнительная оценка антиаритмических средств при купировании пароксизмов суправетрикулярной тахикардии и мерцания предсердий у 72 больных в возрасте 25—66 лет с различными заболеваниями сердца (ишемического, воспалительного, нейрогенного генеза).

Пароксизм суправентрикулярной тахикардии возник впервые у 16 больных, пароксизм мерцания — у 13, у остальных пароксизмы аритмии наблюдались на протяжении от нескольких месяцев до 4—5 лет.

Для устранения аритмии нами применялся вначале внутривенно струйно какой-либо из следующих антиаритмических препаратов (АП) (в части случаев в комбинации со строфантином и панангином): новокаинамид 1 г, обзидан 5 мг, изоптин 10 мг, мезатон 0,3—0,5 мг 1% раствора, а также перорально хинидин 0,2—0,6 г. Обзидан и изоптин в некоторых случаях применялись в сочетании с мезатоном (обзидан 5 мг и мезатон 0,3 мг; изоптин 10 мг и мезатон 0,3 мг), а хинидин комбинировался с изоптином или обзиданом (хинидин 0,2—0,4 г и изоптин 5—10 мг; хинидин 0,2—0,4 г и обзидан 20—60 мг перорально).

Антиаритмический эффект лечения внутримышечно, внутривенно или перорально оценивался положительно, если пароксизм тахиаритмии прекращался в момент его введения или в течение 40 мин.

Анализ полученных нами данных об антиаритмическом эффекте однократного внутривенного введения примененных медикаментозных средств показал следующее. При купировании приступов суправентрикулярной тахикардии эффективными оказались обзидан, изоптин, новокаинамид, причем купирующее действие обзидана наблюдалось существенно чаще, чем изоптина и новокаинамида. Комбинация обзидана и изоптана со строфантином и панангином оказалась более эффективной, чем один обзидан или изоптин.

Больным суправентрикулярной пароксизмальной тахикардией и пароксизмами мерцания предсердий с нормальным артериальным давлением с целью предотвращения равития гипотонии внутривенно медленно струйно вводился мезатон (0,3 мг) в сочетании с обзиданом или изоптином. Антиаритмический эффект выявлялся как непосредственно вслед за введением препаратов (т. н. эффект «на игле»), так и в течение 30—60 мин. В случаях умеренной гипертензии (систолическое АД=140/160 мм рт. ст.) после введения обзидана или изоптина при развитии гипотонии подключался мезатон (0,3 мг).

Больным острым нарушением ритма с наличием артериальной гипотонии вначале внутривенно вводился мезатон (0,5—1 мл) и лишь при недостаточном антиаритмическом эффекте и повышении артериального давления выше нормы подключался обзидан (5 мг) или изоптин (10 мг).

Комбинированное применение обзидана и мезатона или изоптина и мезатона оправдано не только возможностью увеличения их антиаритмической активности в связи с сочетанием препаратов с разнонаправленным патофизиологическим механизмом действия, но и с целью предотвращения и устранения побочных явлений бета-адреноблокаторов (обзидана) или изоптина, в частности гипотензивного, отрицательного ино- и дромотропного эффектов.

При пароксизмах мерцания предсердий изоптин, хинидин, а также комбинации изоптина со строфантином и панангином и хинидина с изоптином или обзиданом восстанавливали синусовый ритм у части больных. Наилучший купирующий эффект был отмечен при сочетанном применении хинидина и изоптина.

Помимо непосредственного купирования тахикардических форм мерцательной аритмии у больных с сохранившимся мерцанием предсердий под влиянием антиаритмических препаратов частота сокращений желудочков уменьшалась на 22—58 в минуту (наиболее выраженный эффект был отмечен у обзидана), в результате чего тахисистолическая форма мерцания предсердий становилась нормосистолической. С помощью изученных нами АП купирование пароксизмов суправентрикулярной тахикардии достигалось значительно чаще, чем купирование пароксизмов мерцания предсердий.

При пароксизмах суправентрикулярной тахикардии по сравнению с пароксизмами мерцания предсердий частота положительного эффекта оказалась существенно выше у обзидана и изоптина, а также у комбинации обзидана и изоптина со строфантином и панангином.

Купирующее действие хинидина отдельно и его сочетания с изоптином или обзиданом при мерцании предсердий по сравнению с их действием при тахикардии было значительно выше.

Полученные нами данные о степени эффективности противоаритмических препаратов и величина их антиаритмического спектра позволяют более дифференцированно подходить к выбору медикаментозных средств при пароксизмах суправентрикулярной тахикардии и мерцания предсердий для успешного дальнейшего курсового лечения.

НИИ клинической и
экспериментальной кардиологии
им. акад. М. Д. Цинамдзгвришвили
МЗ ГССР

(Поступило 19.4.1985)

ექსპერიმენტული მედიცინა

მ. მაისურაძე, გ. აბულაძე, თ. ხუციშვილი, ა. მაშინსკაია

ცალკეული ანტიარითმიული პრეპარატებისა და მათ კომბინაციათა შედარებითი დახასიათება სუპრავენტრიკულური ტაქიკარდიისა და წინაგულების ციმციმის პაროქსიზმების დროს

რეზიუმე

72 ავადმყოფზე შესწავლილია ანტიარითმიულ პრეპარატთა ეფექტურობა სუპრავენტრიკულური ტაქიკარდიისა და წინაგულების ციმციმის პაროქსიზმების კუპირების შემთხვევაში.

მიღებული შედეგები მიუთითებენ ანტიარითმიული სპექტრის პრეპარატთა დიფერენცირებულ შერჩევაზე რითმის მწვავე სუპრავენტრიკულური დარღვევის პირობებში.

EXPERIMENTAL MEDICINE

M. Z. MAISURADZE, G. V. ABULADZE, T. S. KHUTSISHVILI, A. V. MASHINSKAYA

COMPARATIVE EFFICIENCY OF CERTAIN ANTIARRYTHMIC AGENTS AND THEIR COMBINATIONS DURING PAROXYSMS OF SUPRAVENTRICULAR TACHYCARDIA AND ATRIAL FIBRILLATION

Summary

A comparative study of the efficiency of certain antiarrythmic agents in arresting supraventricular tachycardia and atrial fibrillation involved 72 patients with various forms of heart disease.

The results of the study enable differential selection of antiarrythmic agents to treat acute supraventricular heart rythm disturbance.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. П. Голицын, Н. А. Мазур. Тер. арх., № 9, 1977, 23—27.
2. И. П. Замотаев, Л. Г. Лозинский, Б. Л. Сандомирский, М. Г. Венедиктова. Кардиология, № 10, 1978, 30—37.
3. Н. А. Мазур, Ф. Д. Лякишев, В. К. Подрид, В. К. Пиотровский. Кардиология, № 10, 1979, 37—21.
4. А. В. Недоступ, А. Л. Сыркин, В. И. Маколкин. Тер. арх., № 10, 1980, 17—22.
5. Е. И. Чазов, В. М. Боголюбов. Нарушения ритма сердца. М., 1972, 143.
6. Х. Х. Шугутев, Л. Розенштраух. Кардиология, № 4, 1982, 56—61.
7. Н. А. Мазур. Пароксизмальные тахикардии. М., 1984, 1—205.
8. M. E. Josephson *et al*. Circulation, 1978, 57, 3, 440-447.
9. S. P. Van Durme *et al*. Circulation, 56, 1977, 176.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 804(922.27)

ფილოლოგია

ლ. დუმბაძე

პერსონაჟისა და ხასიათის პრობლემა რევაზ ინანიშვილის მოთხრობებში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ციციშვილმა 22.6.1986)

რევაზ ინანიშვილის მოთხრობების ცალ-ცალკე კითხვისას იქმნება ერთგვარი შთაბეჭდილება, თითქოს ავტორისთვის არ იდგეს ხასიათის მკვეთრი ხატვის ამოცანა; რომ მისთვის თითქოს არსებითი ინტერესის საგანი არ იყოს პერსონაჟი როგორც ასეთი — მისი ინდივიდუალური და, ამავე დროს გარკვეული თვალსაზრისით ტიპური ადამიანური ბუნება, მისი განსხვავება სხვა ადამიანთაგან მსოფლმხედველობის ტიპით, ტემპერამენტით, კულტურული და ღირებულებრივი ორიენტაციით და სხვა პიროვნული თვისებებით, რაც, ერთის მხრივ, იმის ახსნა იქნებოდა, თუ რ ა ტ ო მ იქცევა იგი ამა და ამ სიტუაციაში ასე, მეორე მხრივ კი იმის განჭვრეტის საშუალებას მოგვცემდა, თუ რ ო გ ო რ მოიქცევა იგი სხვა, ახალ სიტუაციაში და რ ო გ ო რ ი ა, ალბათ, მისი სხვა პიროვნული თვისებები, რომლებიც ავტორს მოთხრობაში არ უხსენებია.

ამგვარ შთაბეჭდილებას, მართლაც, ერთგვარი ობიექტური საფუძველი აქვს, რადგანაც რ. ინანიშვილისეული პერსონაჟის სახის კონკრეტული მხატველი ნიშნები როგორც წესი, ძუნწია, ხოლო პეიზაჟის, გმირის სულიერი მოძრაობის, საერთო ატმოსფეროსა და განწყობილების გამომხატველი შტრიხები, როგორც წესი, უხვზე უხვია ხოლმე.

მიუხედავად ამისა, ეს შთაბეჭდილება მაინც ზერელეა და ამაში ადვილად ვრწმუნდებით, როდესაც ავტორის მოთხრობებს მთლიანობაში განვიხილავთ და ყურადღებას მივაპყრობთ მათს საერთო გამჭოლ თემასა და იდეას. ამ თემათა და იდეათა კონცენტრირებული განხატებისათვის იგი არჩევს მისთვის „ხელსაყრელ“ პერსონაჟებს. ზოგადად რომ ვთქვათ, ეს ტიპია ადამიანისა, რომელსაც საკმარისად ცხოველი განცდის უნარი აქვს, რათა შეიგრძნოს და თავის ფსიქიკაში ატაროს ავტორისეული ფაქიზი განწყობილებები; საკმარისად კეთილი და გრძნობიერი გული აქვს, რათა განიცადოს ავტორის ეთიკური პათოსი; აღჭურვილია საკმარისად დაკვირვებული და კაცთა ბედით დაინტერესებული ბუნებით, რათა შენიშნოს სათუთი ნიუანსები სხვათა ურთიერთობისა, რასაც გამოხატავენ საერთოდ რ. ინანიშვილის ნაწარმოებები. ამის საპირისპირო ბუნების ადამიანი — ბოროტი, უხეში, უგრძნობელი, ვიწრო პრაქტიციზმს ნაზიარები, შინაგანად ლატაკი რ. ინანიშვილს არ აინტერესებს და თუ მაინც სადმე გაიელვებს ეს ინტერესი, იგი მეორადია, მთავარს დაქვემდებარებული, საერთოს ფონი.

ამგვარად, იგულისხმება, რომ რ. ინანიშვილის მოთხრობების პერსონაჟები „კარგი“, მდიდარი სულის ადამიანები არიან. ამიტომ ერწყმის მათს სულს მეტად სათუთად დახატული პეიზაჟი, რომელსაც ავტორი თითქმის ყოველთვის გმირის თვალით უყურებს; ამიტომ აღიქმება სათუთად მათი განცდები და განწყობილებები, დიდი უშუალობით მომდინარე გმირის სულიდან და სწორედ ამიტომ იკვეთება, ეთიკური და სოციალური პრობლემების სიმწვავე. უამისოდ მთხრობელი ბიჭისათვის ძროხის გადარჩენა მხოლოდ ზარალი იქნება („ჩვენი

ფურდედო მაისა“), მთხრობელი ახალგაზრდა ქალის ფანტაზია და განცდა პურმარილისა და ვენახში „გაგორების“ იუმორისტულ ეპიზოდს ვერ გასცდება („რთველი“). ამ ფართო სულის „კარგი“ ტიპის შიგნითაც ავტორს, რა თქმა უნდა, თავისებური „კლასიფიკაცია“ აქვს. პირობითად რომ ვთქვათ, „ქვეტიპებისა“. ეს იმისდა მიხედვით, თუ რა თვისებაა მისთვის ამ შემთხვევაში საინტერესო. ამიტომაც ყველა მათ იგი სხვადასხვა, არაერთგვაროვანი და არაგანმეორებადი წესით ხატავს.

თავის გმირებში ავტორი სხვადასხვა თვისებებს წამოსწევს ხოლმე წინა პლანზე. სხვადასხვა შემთხვევაში მას მათი ადამიანური ბუნების სხვადასხვაგვარი მხარე აინტერესებს და ხედვის კუთხეც დაკონკრეტებულია. სხვა მხარეები პერსონაჟისა მასთან როგორც წესი, უგულვებელყოფილი ან ჩრდილში მოქცეულია, როგორც გადმოსაცემი ამბისათვის არასაინტერესო. კონტრასტიც ამაზე შენდება. მოთხრობა „საყანე მიწებში“ ორი პერსონაჟია ერთმანეთისადმი კონტრასტულად დაპირისპირებული: „ერთი მუშურქურთუკიანი თეთრულვაშა მოხუცი, — მოკუზული, ძვალ-ტყავი, წანწყარასავით თავაწეული, — რომ ნიკაპი მაინც აცილოს მაგიდის კიდეს; მეორე — ახალგაზრდა კმაყოფილი თავის ახალგაზრდობით, სიმაღლით ყელის სისავსით, ჯანით“ (რჩეული, გვ. 44). ამათში საინტერესო მხოლოდ პირველია, მეორე მას ფონად „ემსახურება“. მეორე სიმარტივის, ულიმღამობის, კმაყოფილების, შეზღუდული პრაქტიციზმის განსახიერებაა. პირველი — გონებაფხიზელი და გრძნობაფხიზელი, მხნე, შემმართებელი, სიცოცხლისა და ბუნების მოტრფიალე, ადამიანის ღირსებით აღჭურვილი და ამ ღირსების დამცველია. თავისი პატარა ტანის გამო და კათხის დამსხვრევის ეპიზოდის წყალობით იგი, ცოტა არ იყოს, ექსტრავაგანტულად გამოიყურება. ეს კი საკმარისია, რათა მისი სახე სავსებით ინდივიდუალური იყოს. ზემოჩამოთვლილი თვისებები კი ზოგადია, მაგრამ ზოგადია არა ადამიანთათვის საერთოდ, არამედ მისი მხოლოდ ერთი გარკვეული ტიპისათვის. გმირის სხვა თვისებები მწერალს არ აინტერესებს. რატომ? იმიტომ, რომ იმ განცდისათვის, რაც ამ მოთხრობაშია გამოხატული და მისი მთავარი თემაა, ეს თვისებები საკმარისიცაა და აუცილებელიც. რაკი ეს თვისებები გამოავლინა, პერსონაჟმა თავისი ფუნქცია უკვე შეასრულა და ავტორს მისგან სხვა აღარა „სჭირდება“ რა. მოთხრობის თემაა მოხუცის განცდის შინაარსი და არა თვით მოხუცი, რომელსაც ეს განცდა დაუფლებია. პერსონაჟი აქ საშუალებაა და არა მიზანი.

ასევე, მოთხრობა „უბედენთიანების უკანასკნელ აფეთქებაში“ ავტორი, ფიგურალურად რომ ვთქვათ, ერთი ოჯახის ჯგუფურ პორტრეტს ხატავს. ამ ოჯახის დამახასიათებელი, მის „გენებში“ ჩაწერილი თვისება — ეს არის კეთილშობილური შეურიგებლობა და სიმართლის ბოლომდე, თუნდ სიცოცხლის ფასად, მიყოლის უნარი. ავტორს აინტერესებს ადამიანის სწორედ ეს თვისება, ერთის მხრივ, და ის ცვალებადი სოციალური ვითარება, რომელშიც ეს თვისება რეალიზაციას პოვებს, მეორე მხრივ. წამყვანი, ალბათ, აქ მაინც ეს მეორე თემაა — სოციალური. ადამიანის მხოლოდ ზემოხსენებული თვისების „განდიდება“ დგას ავტორის ყურადღების ცენტრში. ამ თვისების მატარებელ ოჯახის წევრთა სხვა პიროვნული მახასიათებლები ავტორისათვის იმდენად მნიშვნელოვანი არ ჩანს. ამ შემთხვევაშიც პერსონაჟის პიროვნება მისთვის საშუალებაა და არა მიზანი, იგი პერსონაჟს მხოლოდ იმდენად ხატავს, რამდენადაც ეს საჭიროა მისი ამ უმთავრესი თვისებებისათვის ერთგვარი „ჩარჩოს“ შესაქმნელად და მისი მოქმედების სამოტივაციოდ კონკრეტულ ვითარებაში.

ნათქვამი, რასაკვირველია იმას არ ნიშნავს, რომ ავტორს ამ მოთხრობაში, ან „საყანე მიწებში“ ადამიანი კი არ აინტერსებს, არამედ მხოლოდ მისი

რაღაც აბსტრაგირებული თვისება ან უნარი. პირიქით, ავტორი „ტკბება“ მის მიერ აღწერილი ადამიანით, მისი ღირსებითა და ზნეობრივი მთლიანობით. მაგრამ „ტკბება“ სწორედ იმიტომ, რომ მას ეს უნარი შესწევს და მისი ყურადღების ცენტრშიც, ამგვარად, ეს უნარია და გმირი ყურადღებას იპყრობს მხოლოდ როგორც ამ უნარის მატარებელი.

ან კიდევ — სხვა პლანი: გიგლიას სახეს („გიგლია“), ერთი შეხედვით, ლიტერატურული ხასიათის ძირითადი ნიშნები აქვს, თვით იმ ნიშნის ჩათვლით, რომ იგი მოთხრობის მანძილზე „ვითარდება“ (სხვაა იგი მოთხრობის დასაწყისში და სხვაა შემდეგ). ამასთან, მისი ეს „განვითარება“ ლოგიკურად აუცილებელია, ღრმა შინაგანი და გარეგანი ფაქტორებით ნაკარნახევია, იგი პოეტური ნიჭით დაჯილდოებული ყმაწვილია, ლაღი, მხნე, მგრძნობიარე, მორალური და მოსიყვარულე. შემდეგ მას თითქმის დეპრესია ეუფლება. მისი გზაც პირველი მდგომარეობიდან მეორემდე რეალურია და არა შემთხვევითი. მისი „ბედი“ გარეგანი პირობების ბრალია და არა მისი მსოფლმხედველობის, მისი ღრმა შინაგანი ცხოვრების განვითარების საკუთარი ლოგიკისა. ავტორისათვისაც ყველაზე უფრო საინტერესოა სწორედ ეს გარეგანი პირობები (ურბანიზაციის სოციალური როლი). თვით გიგლიაში მის პირად ბედს სხვა საფუძველი არა აქვს რა გარდა იმისა, რომ მისი ჭეშმარიტი პოეტური ნიჭი მაინც არასაკმარისად ძლიერი აღმოჩნდა, რათა ცხოვრების ყველა სიძნელისა და უკუღმართობის მიღმა გაეყვანა თავისი თავგანწირული მხედარი. ავტორისათვის რომ მთავარი თემა აქ სოციალურია, ხოლო პიროვნება აინტერესებს, არსებითად, როგორც ამ სოციალური თემის გამოხატვის საშუალება, ეს როდი ნიშნავს, თითქოს თემა მისთვის ერთადერთი მიზანია. რასაკვირველია, ამ თემის ფუძეში ადამიანი დგას. ავტორს უყვარს და ებრალება ადამიანი, რომელიც ურბანიზაციის პროცესს ემსხვერპლა, და სწორედ ეს გრძნობაა სოციალური თემისადმი მისი ინტერესის საფუძველი.

„უშიშარი ბიჭი იოსება“ ქართველი სოფლელი ბიჭის ჭეშმარიტად კლასიკურად ხორცშესხმული სახეა. მისი ამგვარი ხორცშესხმა სწორედ ტიპური ნიშნების აქცენტირებით (სხვებზე მარდი და ყოჩაღია, მხიარულია, დაუზარელი და ა. შ.). ისინი ტიპურია ქართულ სოფელში გავრცელებული (ზღაპრის ჩათვლით) შეხედულებებისათვის. ამიტომაც არის მოხმობილი ბევრი ხალხური ფორმა თუ დეტალი, ჩვევა და ტრადიცია, ეთიკური წარმოდგენები, რომელთა წიაღშიც ბიჭის გონება ჩამოყალიბდა. აქ შემთხვევით როდი აქცენტირდება მკითხველის ყურადღება იმ გემოვნებაზე, რომელიც იოსებას და მის ტოლებს აქვთ (რა მოსწონთ და რა — არა), ქართველებისთვის სპეციფიკურ განსაკუთრებულ პატივისცემაზე დედისადმი (მისი წყევლაც შვილის მისამართით ტიპურია) და, დასასრულ, იმ თავისებურ ტემპერამენტზე, რაც ქართველ ბიჭს ასხვავებს და რაც, სხვა ფაქტორებთან ერთად, უნდა ვიგულისხმოთ, მისი სპეციფიკური ქართული მსოფლშეგრძნების ერთ-ერთი საფუძველია. ამგვარად, იოსება ეროვნული ხასიათია — ის თავისებური სახე და ტიპი ადამიანისა, რომელიც თაობიდან თაობამდე მეორდება და მარად განმეორდება, ვით სპეციფიკური, სხვათაგან განსხვავებული. მაგრამ ეროვნული ხასიათი არაა იგივე, რაც ლიტერატურული ხასიათი საერთოდ. ავტორი გმირს ხატავს როგორც ტიპურ ქართველ სოფლელ ბიჭს და მისი პიროვნების ეს მხარე მისთვის ყველაზე უფრო საინტერესოა იოსებაში (მოთხრობის ტრაგიზმიც ხომ შინმოუსვლელი ქართველი ბიჭების გლოვაა საერთოდ). ავტორის ამ უმთავრესი ინტერსის

ფონზე მეორეხარისხოვანია და იჩრდილება ყველაფერი სხვა — ის, რაც იოსებას რომ დასცლოდა, სხვა ადამიანთაგან განსხვავებულ კაცად დააყენებდა, მის განუმეორებელსა და სრულ მომწიფებულ პიროვნებას შექმნიდა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
შოთა რუსთაველის სახელობის ქართული
ლიტერატურის ინსტიტუტი.

(შემოვიდა 28.3.1986)

ФИЛОЛОГИЯ

Л. Г. ДУМБАДЗЕ

ПРОБЛЕМА ПЕРСОНАЖА И ХАРАКТЕРА В РАССКАЗАХ Р. Г. ИНАНИШВИЛИ

Резюме

В статье анализируется специфика метода живоописания персонажа в «лирическом» рассказе, в рассказе «настроения» на материале творчества одного из выдающихся мастеров современной грузинской прозы. Классификация «положительных», т. е. наделенных острой чувствительностью, лиризмом, этической тонкостью, и «отрицательных», т. е. лишенных этих черт, героев крайне контрастна. Автора интересуют главным образом первые, он видит мир через них, их глазами. Вторые служат лишь фоном. Кроме того, у автора фигурирует ряд полностью (без кавычек) отрицательных персонажей, однако они относятся не к лирической, а к социальной теме его творчества.

PHILOLOGY

L. G. DUMBADZE

THE PROBLEM OF PERSONAGE AND CHARACTER IN R. G. INANISHVILI'S SHORT STORIES

Summary

The paper analyzes the specificity of the method of description of a personage in a 'lyrical' short story and in a 'mood' story on the basis of the works of R. Inanishvili, an outstanding master of modern Georgian prose. The classification of 'positive' characters—endowed with keen sensitivity, lyricism, ethical fineness, and their 'negative' counterparts, i. e. characters devoid of the features just cited, is highly contrastive. The author of the short stories is mainly interested in the former category of characters; he sees the world through their eyes; the latter characters serve only as a background. Besides, a number of totally negative personages figure in the authors stories; however, these belong to the social rather than lyrical theme of Inanishvili's works.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 902.6(922)

АРХЕОЛОГИЯ

В. А. ЛОГИНОВ

К ГЕНЕЗИСУ ОРИГИНАЛЬНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ФОРМ ДРЕВНЕЙ АБХАЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. А. Дзидзария 31.1.1985)

В связи с отсутствием специальных работ, посвященных генезису керамических форм и орнаментальных мотивов, бытовавших в Колхиде позднеантичного-ранневизантийского времени, несомненный интерес представляет изучение местной керамической продукции предгорной зоны Абхазии — исторических Санигии, Абазгии, Апсилии и Мисимии. В данной работе рассматривается генезис форм наиболее массовой и самобытной керамики «цебельдинского» типа: кувшинов (рис. 1, 4—12), кувшинчиков (рис. 1, 13, 14), амфор, изготовленных по позднеантичным образцам (рис. 1, 1), и амфороидов (рис. 1, 2, 3). Хронологически в результате изучения 482 сосудов нами выделено три этапа в развитии древнеабхазского керамического производства: II—IV, конец IV — начало VI, VI—VII вв. н. э. На первом этапе форма сосудов генетически связана с местными эллинистическими формами (рис. 1, 4, 5). Формы второго этапа, продолжая линию развития первого, в то же время глубоко самобытны, а в их орнаментике наблюдается своеобразное возрождение колхидо-кобанских традиций (рис. 1, 1—3, 5—10, 13, 14). Третий этап характеризуется постепенным выходом из употребления отдельных типов сосудов, угасанием раннеземледельческой орнаментики и широким распространением изделий, выполненных в традициях византийско-причерноморского круга (рис. 1, 11, 12) [1].

Появление самобытных, с чашечкообразным венчиком, керамических форм, как представляется вероятным, обусловлено сложившимся у носителей цебельдинской культуры в период ее расцвета (IV—VI вв.) социоантропоморфным раннеземледельческим мировоззрением. В основе их скульптурной формы лежит синкретичный прообраз богини плодородия — «Великой Матери», повелительницы зверей, владетельницы влаги и изобилия, извечно возрождающегося божества с космическим и хтоническим началом, своеобразной модели мира древних цебельдинцев (рис. 1,40). Наряду с прагматическими, в пластической форме данного типа сосудов, таким образом, находят свое воплощение и универсальные мифологические представления о вертикальной системе мироздания [2—4], когда венчик воспринимается как «чаша-небо», тулово — как «мать-земля», а ручка несет на себе большую смысловую нагрузку, являясь, как и весь сосуд в целом, важным элементом в организации вертикальной структуры мира — инвариантом «мирового дерева» (антропо- и зооморфного существа, фаллоса и одновременно ктеиса, горы, дождя, здания, столпа, посоха и т. п.), соединяющим эти два мира. Сосуд, помимо этого, является посредником между миром мертвых и миром живых, служа своеобразным «залогом бессмертия» — символом возрождения в потустороннем мире, дериватом ктеиса, «ладьи мертвых», погребального сооружения и т. п. [5]. Аналогичные формы, реализованные в пластике сосудов и их орнаментальном оформлении (рис. 1, 15—17, 19—21, 23—32, 34—38, 41, 42), бытующие в стадиально близких обществах на протя-

Рис. 1. 1—14 — цебельдинская культура; 15 — народ балуба, Конго; 16 — балкано-дунайский энеолит; 17 — раннекикладская культура; 18 — священная чаша, Олимпия; 19 — культура Мольо, Южная Америка; 20 — поздняя античность, Бактрия; 21 — энеолит, Болгария; 22 — римская провинциальная культура; 23 — сарматская культура; 24 — меотская культура; 25, 35 — культура Чанкай, Южная Америка; 26 — эпоха раннего железа, Закавказье; 27 — предантичная эпоха, Колхида; 28—31, 41, 42 — ранняя античность, Колхида; 32 — ранневизантийская эпоха, Центральный Кавказ; 33 — Шроша, Западная Грузия; 34 — трипольская культура; 36 — развитое средневековье, Карачаево-Черкесия; 37 — культура Кукутени; 38 — позднескифская культура; 39 — протокоринфский алабастр; 40 — раннехристианская модель мира (Василий Великий, IV в. н.э.).

жении всей человеческой истории, обусловлены тем же нерасчлененным художественно-мифолого-религиозным мировоззренческим комплексом, фантастически отражающим развитые родоплеменные отношения [6—9]. Вышесказанное подтверждается и использованием данного типа сосудов, наряду с хозяйственными целями, в качестве погребальных, и их орнаментальным оформлением, являющимся выразителем тех же универсальных идей [10], и бытованием в Цебельде заимствованных, «престижных» керамических форм (рис. 1,1), воспринятых аборигенным производством после идеологической адаптации (как и на рис. 1, 20), и, наконец, долгим бытованием в виде реминисценций антропо- и цефаломорфных сосудов, как и вообще лекифообразных, алабастровидных, арибалловидных и подобных им форм, в традиционных обществах (рис. 1, 18, 22, 33, 39). Таким образом, появление в древнеабхазском керамическом производстве самобытных и оригинальных керамических форм с чашечкообразным венчиком говорит о существовании в цебельдинском обществе определенных архетипов массового мышления, т. е. системы идеологических представлений, реализованных в скульптурной форме сосудов и их орнаментике, а также знаменует собой определенную ступень в развитии общества — становлении в нем раннеклассовых отношений.

Академия наук Грузинской ССР
Абхазский институт языка,
литературы и истории
им. Д. И. Гулиа

(Поступило 5.4.1985)

არქეოლოგია

ვ. ლოგინოვი

ძველი აფხაზეთის ორიგინალური კერამიკული ფორმების გენეზისათვის

რეზიუმე

განხილულია „წებელდის“ კერამიკულ წარმოებაში ჩვ. წ. II—VII სს. არსებული თვითმყოფადი ლამბაქისმაგვარწვერიანი ფორმები, უნდა ვიფიქროთ, რომ ამ ორიგინალური ფორმების წარმოშობა გაპირობებულია მათ მატარებელთა ადრეული სამიწათმოქმედო სოციალურ-ანთროპომორფული მსოფლმხედველობით. მათი სკულპტურული საფუძველია მიწათმოქმედების ქალღმერთის — „დიდი დედის“ წინა სახე, ძველწებელდელთა მსოფლიოს თავისებური მოდელისა, რომელშიც გვირგვინი ალქმულია მითოლოგიურ „ცა-ლამბაქად“, ტანი — „დედა-მიწად“, ხოლო ხელები — „მსოფლიო ხის“ დერივატად. დაკრძალვის წესებში გამოყენებისას ჭურჭელი მოიაზრება როგორც დამაკავშირებელი ცოცხლებსა და გარდაცვლილთა შორის.

ARCHAEOLOGY

V. A. LOGINOV

TOWARDS THE GENESIS OF THE ORIGINAL CERAMIC FORMS OF ANCIENT ABKHAZIA

Summary

The paper discusses the original ceramic forms with cup-like halos that existed in the Tsebeldian ceramic manufacture in the 2nd-7th centures A. D. The appearance of these original forms is assumed to have been linked with the early agricultural socioanthropomorphic ideology of its manufacturers. A syncretic prototype of the goddess of fertility—the Great Mother—forms their sculptural basis. It is a peculiar world model of ancient Tsebeldians in which the halo is perceived as a mythological "cup-sky", the body as "mother-earth", and the grips, along with the vessel, as a derivative of "the world tree". When used in funeral rites the vessel is seen as an intermediary between the world of the dead and that of the living—as a symbol of revival, an invariant of the vulva, "the boat of the dead", and so on. Analogous forms, realized in the plasticity of the vessels and in their ornamental design, point to the combination of universal artistical, mythological and religious ideas, as well as to the formation of early class relations in that society.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Логинов. Изв. АбИЯЛИ, XIII. Тбилиси, 1984.
2. Б. А. Рыбаков. Язычество древних славян. М., 1981.
3. В. В. Иванов, В. И. Топоров. Славянские языковые моделирующие семиотические системы. М., 1965.
4. А. К. Байбурин. Материальная культура и мифология, XXXVII. Л., 1981.
5. Б. Б. Пиотровский. ИГАИМК, т. VI, вып. X. Л., 1930.
6. М. И. Шахнович. Первобытная мифология и философия. Л., 1971.
7. Л. Х. Акаба. Из мифологии абхазов. Сухуми, 1976.
8. Н. Б. Урушадзе. СА, № 1, 1973.
9. М. Ш. Хидашели. Графическое искусство Центрального Закавказья в эпоху раннего железа. Тбилиси, 1982.
10. В. А. Логинов. САНГ, 109, № 3, 1983.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 122, № 3, 1986
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 122, № 3, 1986
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 122, № 3, 1986

УДК 930.26(204) (479.22)

АРХЕОЛОГИЯ

Г. А. ГАМКРЕЛИДЗЕ

ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ ПОДВОДНОЙ АРХЕОЛОГИИ В ГРУЗИНСКОЙ ССР

(Представлено академиком А. М. Апакидзе 5.1.1986)

Подводные археологические исследования имеют очевидные перспективы развития в Грузинской ССР, так как ее Причерноморское побережье имеет протяженность в 330 км; кроме того, с учетом античных и византийских письменных источников (Псевдо-Скилакс Кариандский, Флавий Арриан, Страбон, Помпоний Мела, Клавдий Птолемей, Прокопий Кесарийский, Агафий и др.) и археологических данных на Черноморском побережье Грузии обнаружен целый ряд городищ и населенных пунктов, каковыми являются: Апсар (с. Гонио), Батумская крепость, Петра (с. Цихисдзири), Кобулеты-Пичвнари, Уреки, Фасис (около г. Поти), Анаклия, Пичори, Гудава, Тамыш, Гиэнос (г. Очамчира), Диоскурия-Себастополис (г. Сухуми), Эшера, Питиунт (Пицунда) и т. д. [1, 2].

В письменных источниках приморские города Колхиды впервые упоминаются автором IV в. до н. э. Псевдо-Скилакском Кариандском, который отмечает, что «...после них расположены Колхы, город Диоскурис, эллинский город Гиэнос, река Гиэнос». «...Река Фасис и эллинский город Фасис» («Азия», 81). Образ жизни вышеупомянутых городов и поселений был тесно связан с морем. В первую очередь именно посредством приморских городов осуществлялись контакты с государствами и городами бассейнов Черного и Средиземного морей — Милетом, Хиосом, Родосом, Афинами, Самосом, Синопом, Римом, а позднее с Византией, Генуей, Венецией, Оттоманской империей (Стамбул, Трапезунд, Самсун) и др.

В приморских городах, кроме торговли, были развиты разные ремесла. Но все-таки особое значение придавалась профессиям, связанным с морем, — рыболовству и добыче морской соли.

В «Географии» Страбона отмечено, что древние народы «...плавали ради грабежа и торговли, они плавали не среди моря, а вдоль берегов, как Язон, который покинул корабли, когда уехал от колхов...» (I к., III, 2). Пиратство и нападения на незнакомые берега, по-видимому, являлись одним из источников дохода приморских народов.

Для исследования истории отношений древней Грузии с античным миром было бы крайне интересным обнаружить хотя бы один потонувший у берегов Колхиды корабль, который погиб из-за бури, морского сражения или по какой-либо иной причине. Для изучения истории Колхиды большое значение имеет также исследование потонувших ныне приморских частей, оборонительных или иных сооружений вышеупомянутых поселений.

В Грузии подводная археология впервые привлекла внимание в 50-х гг. (рук. А. М. Апакидзе). В 1953 г. археологическая экспедиция Института истории им. И. Джавахишвили АН ГССР провела подводную разведку в опустившейся на морское дно части Диоскурии-Себастополиса [3]. Большой интерес вызвала находящаяся в г. Сухуми, у слияния р. Беслети с морем местность, где была обнаружена мраморная могильная плита, украшенная рельефными изображениями человека. К сожалению, тогда подводные археологические работы не были продолжены.

Время от времени интересный для подводной археологии материал (остатки керамики, металлические предметы, монеты) появлялись в окрестностях гг. Сухуми, Поти и на побережье Гонио-Пичвнари. Несколько лет назад на отрезке Батуми—Цихисдзири в сети рыболовов попали неповрежденные амфоры. Они, по всей вероятности, представляли груз какого-то потонувшего корабля.

С точки зрения подводной археологии, интерес представляют и некоторые озера, находящиеся на территории республики. На берегах озер Паравани и Хозапини найдены осколки древней керамики. Можно предположить, что здесь могут обнаружиться древнейшие судоходные и рыболовные средства.

Подводная археология может способствовать решению таких первостепенных исторических проблем, как морская миграция древних народов, пути распространения античной цивилизации в Колхиде, торгово-экономические связи древней Грузии с народами Черного и Средиземного морей и т. д. Один из основоположников подводного археологического изучения Северного Причерноморья, известный антиковед В. Д. Блаватский обратил внимание на наличие большого количества сероводорода в нижних водяных слоях Черного моря и на этой основе высказал предположение, что в такой среде лучше должны были сохраниться предметы, содержащие органические вещества: дерево, кожа, ткани, папирус и др. Опираясь на письменные источники, он отмечает также, что возможно предположить обнаружение рукописей античных времен и средневековья на потонувших кораблях [4].

Первейшей задачей грузинской гидроархеологии следует считать составление подводной археологической карты побережья у озер республики, по возможности точный учет всех случайно вынесенных водой на берега озер и моря археологических предметов; пересмотр греко-римских, византийских, грузинских, арабско-турецких исторических источников и извлечение из них ценных для гидроархеологии сведений, например о местонахождении потонувших приморских городов, кораблей либо снаряжения и груза кораблей; о геоморфологических процессах побережья, древних климатических условиях или особо опасных для судоходства местах [5].

В первую очередь необходимо разведать тихие заливы и мысы побережья, так как в тихих заливах, удобных для швартования и разгрузки или погрузки кораблей, устраивались пристани, а выдающиеся в море мысы часто являлись причиной гибели многих кораблей.

Подводные археологические изыскания непосредственно связаны с общим развитием техники исследования подводного царства, которая гигантскими шагами продвигается вперед. К настоящему времени при подводных археологических работах успешно используются акваланги, батискафы, драги, землечерпалки разного типа; фото-, кино- и телеаппаратура, компрессоры, рекомпрессорные камеры; звуковой импульсный гидролокатор и т. д. [6]. Желательно при подводной археологической разведке проводить аэрофотосъемку.

В Грузии подводная археология как одна из отраслей археологии только-только приобретает право на существование.

С точки зрения гидроархеологии, одним из интереснейших участков Грузинского Причерноморья являются город Поти и его окрестности, так как издревле известно, что здесь был расположен значительный урбанистический очаг г. Фасис.

Поэтому в 1985 г. была создана Причерноморская подводно-археологическая экспедиция Археологической комиссии Грузии и Центра археологических исследований Института истории им. И. А.

Джавахишвили АН Грузинской ССР, которая провела работы в окрестносятх г. Поти (морской порт — с. Григолети и оз. Палеостоми).

В 2 км от слияния (Малтаква) оз. Палеостоми с Черным морем, у его северо-западной части в воде (в акватории 600 кв. м.) и на суше (500 кв. м) обнаружены остатки поселения III—VIII вв. н. э. Со дна озера поднято большое количество керамики. Среди этого материала находится и строительная керамика — квадратные обожженные кирпичи и обломки черепиц. Следует отметить, что обнаружены обожженные глиняные обмазки.

В материале со дна оз. Палеостоми значительное место занимают обломки амфорной тары; преобладают местные амфоры с вытянутым корпусом и перехватом посередине. На плече одной амфоры граффито — Φω. Встречаются обломки желобчатых импортных амфор из коричневой, хорошо отмученной глины, а также части амфор из серой глины с большой примесью пироксена. Кроме того, со дна озера подняты обломки керамики местного, колхидского производства — пифосы, лутерии, кувшины, блюда и т. д.

Под водой же найдено сильно разрушенное захоронение, в котором обнаружена амфора в вертикальном положении, с вытянутым корпусом и перехватом посередине, с отбитой верхней частью, накрытая нижней частью второй амфоры. В амфоре находились пережженные кости животных и птиц, а около нее — обожженные человеческие кости. Там же добыты три бронзовые фибулы и одна булавка, фрагменты рюмковидных стеклянных сосудов зеленоватого цвета и медная византийская монета (20 нуммий).

Вода в оз. Палеостоми мутная, видимость плохая, и это затрудняет работу аквалангистов.

Археологический материал из оз. Палеостоми относится к тому же типу, что и материалы, найденные ранее при раскопках археологических памятников Западной Грузии упомянутого выше периода, каковыми являются Питиунт, Археополис, Цихисдзири, Гудава и др. Можно предположить, что мы имеем дело с остатками г. Фасиса III—VIII вв. н. э., упоминаемого в византийских источниках (Прокопий Кесарийский, Агафий и др.).

Академия наук Грузинской ССР
Центр археологических исследований
Института истории,
археологии и этнографии
им. И. А. Джавахишвили

(Поступило 10.1.1986)

არქეოლოგია

გ. გამყრელიძე

წყალქვეშა არქეოლოგიის განვითარების საკითხები საქართველოში

რეზიუმე

საქართველოს შავი ზღვის სანაპიროზე ანტიკური და ბიზანტიური წერილობითი წყაროების და არქეოლოგიური მონაცემების მიხედვით მთელი რიგი ნამოსახლარებია მიკვლეული. ამიტომ აქ წყალქვეშა არქეოლოგიურ კვლევას გარკვეული პერსპექტივა აქვს. 1985 წ. შეიქმნა შავიზღვისპირეთის ჰიდროარქეოლოგიური ექსპედიცია, რომელსაც საქართველოს ჰიდროარქეოლოგიური რუკის შედგენა დაევალა. ექსპედიციამ ქ. ფოთის მიდამოებში, პალიასტომის ტბაში III—VIII სს. ნამოსახლარი აღმოაჩინა.

ARCHAEOLOGY

G. A. GAMKRELIDZE

PROBLEMS OF THE DEVELOPMENT OF UNDERWATER ARCHAEOLOGY IN THE GEORGIAN SSR

Summary

On the basis of Classical and Byzantine written sources (Pseudo-Scylax of Caryanda, Arrian, Strabo, Pomponius Mela, Claudius Ptolemaeus, Procopius of Caesarea, Agathias, and others), as well as on archaeological evidence, a number of settlements have been discovered on the Black Sea coast of the Georgian SSR: ''Αψαρος (v. Gonio), Batumi fortress, Πέτρα (v. Tsikhisdziri), Kobuleti-Pichvnari, Ureki, Φᾶσις (near Poti), Anaklia, Pichori, Tamysh, Πυηνὸς (town of Ochamchire), Διοσκουρὶς-Σεβαστόπολις (Sukhumi), Eshera, Πιτυοῦς (Bichvinta), and so on. Therefore, underwater archaeological investigations in the area are, to some extent, promising. In 1985 the "Black Sea Littoral Hydroarchaeological Expedition" was set up. It was charged with the compilation of an hydroarchaeological map of Georgia. The expedition has discovered a 3rd-8th cent. settlement in lake Paliastomi, in the vicinity of Poti. It is conjectured that this was the site of the Phasis of the period of Procopius and Agathias.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. П. Инадзе. Причерноморские города Древней Колхиды. Тбилиси, 1968.
2. Древнейшие государства Кавказа и Средней Азии (Археология СССР). М., 1985.
3. ა. აფაქიძე, ოთ. ლორთქიფანიძე. მაცნე, საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის საზოგადოებრივ მეცნ. განყოფილების ორგანო, № 3, 1965.
4. В. Д. Блаватский. Сб. «Проблемы советской археологии». М., 1978.
5. გ. გამყრელიძე. გაზ. „ლიტერატურული საქართველო", 8 ივლისი, 1983.
6. Nautical Archaeology, London, № 2, 1984.

122-ე ტომის ავტორთა საძიებელი

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ 122-го ТОМА

AUTHOR INDEX TO VOLUME 122

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-корресповедентов) 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 уме-

ститься 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. 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 (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или печатать 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: 37-22-16, 37-86-46.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 22 руб. 80 коп.

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 არა უმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არა უმეტეს 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 გამეორება 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 ნახზების დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდეზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ჟურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკა-

ფიოდ 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 ჟურნალში. 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, 37-86-42

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 22 მან. 80 კაპ.

ფასი 1 მან. 90 კაპ.
ЦЕНА 1 РУБ. 90 КОП.