ISSN—0132—1447

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

მოამბე

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 113 ТОМ

№ 2

თებერვალი 1984 ФЕВРАЛЬ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

მოამბე

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 113 ТОМ

№ 2

თებერვალი 1984 ФЕВРАЛЬ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

გადაეცა ასაწყობად 30.12.1983; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 24.5.1984; შეკვ. № 4033; ანაწყობის ზომა $7 \times 12^3/_4$; ქაღალდის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 14; სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 19,6; უე 08863; ტირაჟი 1400; ფასი 1 მან 90 კაპ.

Сдано в набор 30.12.1983; подписано к печати 24.5.1984; зак. № 4033; размер набора $7 \times 12^3/_4$; размер бумаги 70×108; физический лист 14; уч. издательский лист 18,5; печатный лист 19,6; УЭ 08863; тираж 1400; цена 1 руб. 90 коп.

* * *

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

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

შინაარსი

მათემატიკა

დრეკადობის თეორია

კიბერნეტიკა

ფიზიკა

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

გეოფიზიკა

ქიმიური ტექნოლოგია

ფიზიკური გეოგრაფია

ლითოლოგია

გეოქიმია

სამშენებლო მექანიკა

მეტალურგია

მანქანათმცოდნეობა

ჰიდროტექნიკა

ნიადაგთმცოდნეობა

ბოტანიკა

მცენარეთა ფიზიოლოგია

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ციტოლოგია

ექსპერიმენტული მედიცინა

პალეობიოლოგია

ენათმეცნიერება

ფილოლოგია

არქეოლოგია

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

КИБЕРНЕТИКА

ФИЗИКА

---

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

ГЕОФИЗИКА

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

ЛИТОЛОГИЯ

ГЕОХИМИЯ

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

МЕТАЛЛУРГИЯ

МАШИНОВЕДЕНИЕ

ГИДРОТЕХНИКА

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

БОТАНИКА

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

ЦИТОЛОГИЯ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

ФИЛОЛОГИЯ

АРХЕОЛОГИЯ

CONTENTS

MATHEMATICS

THEORY OF ELASTICITY

CYBERNETICS

PHYSICS

GEOPHYSICS

CHEMICAL TECHNOLOGY

PHYSICAL GEOGRAPHY

LITHOLOGY

GEOCHEMISTRY

STRUCTURAL MECHANICS

METALLURGY

MACHINE BUILDING SCIENCE

HYDRAULIC ENGINEERING

SOIL SCIENCE

BOTANY

PLANT PHYSIOLOGY

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

CYTOLOGY

EXPERIMENTAL MEDICINE

PALAEOBIOLOGY

LINGUISTICS

PHILOLOGY

ARCHAEOLOGY

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 517.927

МАТЕМАТИКА

И. Т. КИГУРАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР)

ОБ УСЛОВИЯХ РАЗРЕШИМОСТИ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ВАЛЛЕ-ПУССЕНА

Пусть $n \geqslant 2$—натуральное число, $-\infty < a < b < +\infty$, а $f\colon]a, b[\times R^n \to R$—функция, удовлетворяющая условиям Каратеодори на каждом компакте, содержащемся в $]a, b[\times R^n$. Пусть, кроме того, $n_i \in \{1, \ldots, n-1\}$ $(i = 1 \ldots, m)$, $m \in \{2, \ldots, n\}$,

$$\sum_{i=1}^{m} n_i = n,$$

$a = t_1 < \cdots < t_m = b$ и $c_{ik} \in R$ $(k = 1, \ldots, n_i;\ i = 1, \ldots, m)$. Рассмотрим задачу об отыскании функции $u\colon]a, b[\to R$, абсолютно непрерывной вместе с $u^{(i)}$ $(i = 1, \ldots, n-1)$ внутри $]a, b[$, которая почти всюду на $]a, b[$ удовлетворяет дифференциальному уравнению

$$u^{(n)} = f(t, u, u', \ldots, u^{(n-1)}) \tag{1}$$

и краевым условиям Валле-Пуссена

$$u^{(k-1)}(t_i) = c_{ik} \ (k = 1, \ldots, n_i;\ i = 1, \ldots, m)^{(1}. \tag{2}$$

В [1—5] содержатся признаки разрешимости задачи (1), (2), относящиеся к случаю, когда порядок роста функции f по фазовым переменным не превышает единицы. Такие признаки для уравнений с быстро растущими по фазовым переменным правыми частями известны лишь в тех случаях, когда $n \geqslant 2$, $m = 2$ [6—11] или $n = m = 3$ [12].

В [9, 10] доказывается разрешимость задачи (1), (2) при допущениях, что $n \geqslant 2$, $m = 2$

$$f(t, x_1, \ldots, x_{n-1}, 0) \operatorname{sign} x_{n-1} \geqslant 0 \ \text{при}\ |x_{n-1}| \geqslant r_0 \tag{3}$$

и

$$|f(t, x_1, \ldots, x_n)| \leqslant l(x_1) \left(1 + \sum_{i=2}^{n} |x_i|^{n/(i-1)}\right)^{1-\varepsilon}, \tag{4}$$

где $r_0 > 0$; $\varepsilon > 0$; а $l\colon R \to R_+$—непрерывная функция. В [11] вместо (4) предлагается более общее условие

$$\begin{gathered} f(t, x_1, \ldots, x_n) \operatorname{sign} x_n \geqslant -l(x_1, \ldots, x_{n-1})(1 + x_n^2) \ \text{при}\ a < t < \beta, \\ f(t, x_1, \ldots, x_n) \operatorname{sign} x_n \leqslant \\ \leqslant l(x_1, (b-t) x_2, \ldots, (b-t)^{n-2} x_{n-1}) \left(1 + \sum_{i=2}^{n} |x_i|^{n/(i-1)}\right)^{1-\varepsilon} \ \text{при}\ \alpha < t < b, \end{gathered} \tag{5}$$

(1 Здесь под $u^{(i)}(a)$ $(u^{(i)}(b))$ понимается правый (левый) предел функции $u^{(i)}$ в точке a (в точке b).

где $a\leqslant\alpha<\beta\leqslant b$; $\varepsilon>0$, а $l\colon R^{n-1}\to R_+$ — непрерывная функция. Вопрос о том, можно ли при $n>3$ в неравенствах (4) и (5) вместо ε взять 0, как это делается в случаях $n=m=2$ [6—8] и $n=m=3$ [12], оставался открытым.

Сформулированная ниже теорема дает положительный ответ на этот вопрос в общем случае, когда $n\geqslant 2$ и $m\in\{2,\dots,n\}$ произвольны, причем она охватывает уравнения, правые части которых имеют неинтегрируемые особенности при $t=a$ и $t=b$.

Для произвольных $r>0$, $t_1\in R$, $t_2\in]t_1,+\infty[$, $n\geqslant 2$ и $k\in\{1,\dots,n-1\}$ положим

$$D_1^{n,k}(t_1,t_2;r)=\{(t,x_1,\dots,x_n)\colon t_1<t<t_2,\ |x_i|<r[1+(t-t_1)^{k-i}]\ (i=1,\dots,n-1),\ |x_n|>r\},$$

$$D_2^{n,k}(t_1,t_2;r)=\{(t,x_1,\dots,x_n)\colon t_1<t<t_2,\ |x_i|<r[1+(t_2-t)^{k-i}]\ (i=1,\dots,n-1),\ |x_n|>r\}$$

и

$$\eta_r(s)=\begin{cases}0 & \text{при } |s|\leqslant r,\\ r\operatorname{sign} s & \text{при } |s|>r.\end{cases}$$

Определение. Скажем, что функция $u\colon[a,b]\to R$ принадлежит классу $A_r^{n-1}([a,b])$, если она абсолютно непрерывна вместе со своими производными до порядка $n-1$ включительно и существует интегрируемая по Лебегу функция $g\colon[a,b]\to R$ (вообще говоря зависящая от u) такая, что

$$[u^{(n)}(t)-g(t)u^{(n-1)}(t)]\,\eta_r(u'(t))\geqslant 0 \quad \text{при } a<t<b.$$

Имеют место следующие леммы об априорных оценках.

Лемма 1. Пусть

$$r>0,\ m\in\{2,\dots,n\},\ -\infty<a=t_1<\dots<t_m=b<+\infty,$$

$$n_i\in\{1,\dots,n-1\},\ \sum_{i=1}^{m}n_i=n. \tag{6}$$

Тогда существует положительное число r^* такое, что любая функция $u\in A_r^{n-1}([a,b])$, удовлетворяющая условиям

$$|u^{(k-1)}(t_i)|\leqslant r\ (k=1,\dots,n_i;\ i=1,\dots,m) \tag{7}$$

допускает оценки

$$|u^{(i-1)}(t)|<r^*[(t-a)^{n_1-i}+(b-t)^{n_m-i}] \text{ при } a<t<b\ (i=1,\dots,n-1).$$

Лемма 2. Пусть соблюдаются условия (6), $\alpha\in[a,b[$, $\beta\in]\alpha,b]$, $\lambda_i\in[0,n-n_1+1-i[$ $(i=1,\dots,n-n_1)$, $\mu_i\in[0,n-n_m+1-i[$ $(i=1,\dots,n-n_m)$, $l_0\in R_+$, а $l\colon[a,b]\to R_+$ — интегрируемая по Лебегу функция. Тогда существует непрерывная функция $\rho\colon]a,b[\to R_+$ такая, что $\int_a^b\rho(t)\,dt<+\infty$ и любая функция $u\in A_r^{n-1}([a,b])$, удовлетворяющая дифференциальным неравенствам

$$u^{(n)}(t)\eta_r(u^{(n-1)}(t))\geqslant-(t-a)^{n_1-n}l(t)-l_0\sum_{i=1}^{n-n_1}\frac{|u^{(n_1+i-1)}(t)|^{\frac{n-n_1+1-\lambda_i}{i}}}{(t-a)^{\lambda_i}}$$

при $a<t<\beta$,

$$u^{(n)}(t)\,\eta_r\,(u^{(n-1)}(t))\leqslant(b-t)^{n_m-n}\,l\,(t)+l_0\sum_{i=1}^{n-n_m}\frac{|u^{(n_m+i-1)}(t)|^{\frac{n-n_m+1-\mu_i}{i}}}{(b-t)^{\mu_i}}$$

$$\text{при } \alpha<t<b$$

и краевым условиям (7), допускает оценку

$$|u^{(n-1)}(t)|<\rho\,(t)\,[(t-a)^{n_1+1-n}+(b-t)^{n_m+1-n}] \text{ при } a<t<b.$$

С применением этих лемм доказывается

Теорема. *Пусть* $r_0>0$, $a\leqslant\alpha<\beta\leqslant b$, *соблюдается условие* (3) *и для любого* $r>0$ *существуют числа* $\lambda_i=\lambda_i(r)\in[0,\ n-n_1+1-i[$ $(i=1,\ldots,\ n-n_1)$, $\mu_i=\mu_i(r)\in[0,\ n-n_m+1-i[$ $(i=1,\ \ldots,\ n-n_m)$, $l_{0r}>0$ *и интегрируемая по Лебегу функция* $l_r\colon [a,\ b]\to R_+$ *такие, что на множестве* $D_1^{n,n_1}(a,\ \beta;\ r)$ *выполняется неравенство*

$$f(t,\ x_1,\ldots,\ x_n)\operatorname{sign}x_n\geqslant-(t-a)^{n_1-n}l_r(t)-l_{0r}\sum_{i=1}^{n-n_1}\frac{|x_{n_1+i}|^{\frac{n-n_1+1-\lambda_i}{i}}}{(t-a)^{\lambda_i}},$$

а на множестве $D_2^{n,n_m}(\alpha,\ b;\ r)$*—неравенство*

$$f(t,\ x_1,\ldots,\ x_n)\operatorname{sign}x_n\leqslant(b-t)^{n_m-n}\,l_r(t)+l_{0r}\sum_{i=1}^{n-n_m}\frac{|x_{n_m+i}|^{\frac{n-n_m+1-\mu_i}{i}}}{(b-t)^{\mu_i}}.$$

Тогда задача (1), (2) *имеет хотя бы одно решение.*

Следствие. Пусть $r_0>0$, $a\leqslant\alpha<\beta\leqslant b$, соблюдается условие (3), на множестве $]a,\ \beta[\times R^n$ выполняется неравенство

$$f(t,\ x_1,\ldots,\ x_n)\operatorname{sign}x_n\geqslant-l\,(x_1,\ldots,\ x_{n_1},\ (t-a)\,x_{n_1+1},\ldots,$$
$$(t-a)^{n-n_1-1}x_{n-1})\left(1+\sum_{i=1}^{n-n_1}|x_{n_1+i}|^{(n-n_1+1)/i}\right),$$

а на множестве $]\alpha,\ b[\times R^n$—неравенство

$$f(t,\ x_1,\ldots,\ x_n)\operatorname{sign}x_n\leqslant l\,(x_1,\ldots,\ x_{n_m},\ (b-t)\,x_{n_m+1},\ldots,$$
$$(b-t)^{n-n_m-1}x_{n-1})\left(1+\sum_{i=1}^{n-n_m}|x_{n_m+i}|^{(n-n_m+1)/i}\right),$$

где $l\colon R^{n-1}\to R$—непрерывная функция. Тогда задача (1), (2) имеет хотя бы одно решение.

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

(Поступило 9.12.1982)

მათემატიკა

ი. კიღურაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

ვალე-პუსენის სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნადობის პირობების შესახებ

რეზიუმე

ფორმულირებულია თეორემა (1), (2) ამოცანის ამონახსნის არსებობის შესახებ, სადაც $n \geqslant 2$, $m \in \{2, \ldots, n\}$, $n_i \in \{1, \ldots, n-1\}$, $\sum_{i=1}^{m} n_i = n$, $a = t_1 < \cdots < t_m = b$, $c_{ik} \in R$, ხოლო $f\colon]a, b[\times R^n \to R$ ფუნქცია აკმაყოფილებს კარათეოდორის პირობებს $]a, b[\times R^n$ არეში შემავალ ყოველ კომპაქტზე.

MATHEMATICS

I. T. KIGURADZE

ON THE SOLVABILITY CONDITIONS OF THE VALLEE-POUSSIN BOUNDARY PROBLEM

Summary

The theorem on the solvability of the problem (1), (2) is stated, where $n \geqslant 2$, $m \in \{2, \ldots, n\}$, $n_i \in \{1, \ldots, n-1\}$, $\sum_{i=1}^{m} n_i = n$, $a = t_1 < \cdots < t_m = b$, $c_{ik} \in R$ and the function $f\colon]a, b[\times R^n \to R$ satisfies the Caratheodory conditions on each compact contained within $]a, b[\times R^n$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. de la Vallee-Poussin. Ch. J. Math. Pures et Appl. 8, 1929, 125-144.
2. A. Lasota, Z. Opial. Ann. Polon. Math. 16, № 1, 1964, 69-94.
3. I. T. Kiguradze. Ann. di Mat. pura ed appl. 86, 1970, 367-400.
4. О. Т. Цхадая. Дифф. уравнения, 15, № 8, 1979, 1450—1456.
5. Б. Л. Шехтер. Дифф. уравнения, 15, № 8, 1979, 1457—1467.
6. С. Н. Бернштейн. УМН, 8, 1940, 32—74.
7. H. Ephezer. Math. Zeitschr., 61, № 4, 1955, 435-454.
8. И. Т. Кигурадзе. Дифф. уравнения, 4, № 10, 1968, 1753—1773.
9. Ю. А. Клоков. Латв. матем. ежегодник, 3, 1968, 177—200.
10. А. Я. Лепин, А. Д. Мышкис. Дифф. уравнения, 4, № 7, 1968, 1171—1183.
11. И. Т. Кигурадзе. ДАН СССР, 192, № 5, 1970, 973—975.
12. С. А. Беспалова, Ю. А. Клоков. Дифф. уравнения, 12, № 6, 1976, 963—970.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 512.643.5

МАТЕМАТИКА

Г. И. СУЛХАНИШВИЛИ

О СПЕКТРЕ ОБОБЩЕННЫХ МАТРИЧНЫХ ПОЛИНОМОВ МНОГИХ ПЕРЕМЕННЫХ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 15.10.1982)

Пусть $L_{ij}(\zeta) \equiv a_{ij}^{(0)} + a_{ij}^{(1)}\zeta + \cdots + a_{ij}^{(n)}\zeta^n$ $(i,\ j = \overline{1,\ m})$—скалярные полиномы над полем комплексных чисел, D—квадратная комплексная матрица порядка l и $L^+(D) = \|L_{ij}(D)\|_{i,\,j=1}^{m}$— блочная матрица. Тогда

$$L^+(D) = A_0 \otimes^{\cdot} I_l + A_2 \otimes^{\cdot} D + \cdots + A_n \otimes^{\cdot} D^n,$$

где $A_k = \| a_{ij}^{(k)} \|_{i,\,j=1}^{m}$ $(k = \overline{0,\ n})$; I_l—единичная матрица порядка l; $\otimes^{\cdot}$—знак правого кронекеровского (прямого) умножения матриц (см., например, [1]).

Вместе с $L^+(D)$ рассмотрим матрицу

$$L^-(D) = A_0 {}^{\cdot}\!\otimes I_l + A_1 {}^{\cdot}\!\otimes D + \cdots + A_n {}^{\cdot}\!\otimes D^n,$$

где ${}^{\cdot}\!\otimes$ — знак левого кронекеровского (прямого) умножения матриц.

Через $\sigma(A)$ обозначим спектр любой квадратной матрицы A.

Вильямсон доказал [2], что([1]

$$\sigma(L^+(D)) = \bigcup_{\zeta \in \sigma(D)} \sigma(L^+(\zeta)), \tag{1}$$

где

$$L^+(\zeta) = \|L_{ij}(\zeta)\|_{i,\,j=1}^{m} = A_0 + A_1\zeta + \cdots + A_n\zeta^n.$$

Позднее Г. С. Датуашвили [4] установил аналогичную формулу

$$\sigma(L^-(D)) = \bigcup_{\zeta \in \sigma(D)} \sigma(L^-(\zeta)), \tag{2}$$

где $L^-(\zeta) = L^+(\zeta)$, и использовал его в своих последующих работах для исследования разностных схем определенных видов.

В опубликованной в 1971 г. работе [5] нами без доказательства приведена формула типа (2) для обобщенных матричных полиномов многих переменных, которая нашла применение при исследовании разностных схем для некоторых многомерных задач математической физики (см., например, [5—8]).

В 1974 г. Ембри и Розенблюм [9] применяли разные обобщения формулы (2) для нахождения спектра и резольвенты некоторых линейных операторов. В первой части теоремы 3.4 этой работы фактически дублируется наша теорема из [5] о спектре обобщенного матричного полинома многих переменных.

([1] Формулу (1) применил Тодд [3] (стр. 1—7) для исследования спектра матриц, соответствующих различным разностным аппроксимациям двумерного оператора Лапласа.

В предлагаемой работе дается доказательство формул типов (1), (2) для обобщенных матричных полиномов многих переменных.

Теорема 1. *Пусть*

$$L^-(t) = \sum_{0 \le |s| \le n} A_{s_1, \ldots, s_p} t_1^{s_1} \cdots t_p^{s_p} \tag{3}$$

$$(|s| = s_1 + \cdots + s_p)$$

— полиномиальная матрица m-го порядка и

$$L^-(H) = \sum_{0 \le |s| \le n} A_{s_1, \ldots, s_p} \dot\otimes H_1^{s_1} \dot\otimes \cdots \dot\otimes H_p^{s_p} \tag{4}$$

— обобщенный матричный полином многих переменных, где $A_{s_1, \ldots, s_p}$ $(0 \leqslant |s| \leqslant n)$ — квадратные матрицы; H_k $(k = \overline{1, p})$ — любые квадратные матрицы не обязательно равных порядков. Тогда

$$\sigma(L^-(H)) = \bigcup_{t \in \sigma_p(H)} \sigma(L^-(t)),$$

где

$$t = (t_1, \ldots, t_p), \quad \sigma_p(H) = \sigma(H_1) \times \cdots \times \sigma(H_p).$$

Доказательство. В силу теоремы Шура—Теплица (см., например, [10], стр. 79) для любой квадратной матрицы H_k существует такая унитарная матрица T_k, что $H_k = T_k M_k T_k^{-1}$, где M_k—верхняя треугольная матрица. Согласно этой теоремы и свойств прямого произведения матриц находим

$$L^-(H) = (I_m \dot\otimes T_1 \dot\otimes \cdots \dot\otimes T_p) L^-(M) (I_m \dot\otimes T_1 \dot\otimes \cdots \dot\otimes T_p)^{-1},$$

где I_m — единичная матрица порядка m.

Отсюда видно, что $L^-(H)$ и $L^-(M)$ унитарно подобны, и доказательство теоремы сводится к случаю, когда матрицы H_k $(k = \overline{1, p})$ — треугольные. Но в этом случае справедливость теоремы очивидна (ср. [10], стр. 237—238). Теорема доказана.

Торема 2. *Пусть*

$$L^+(H) = \sum_{0 \le |s| \le n} A_{s_1, \ldots, s_p} \otimes^{\cdot} H_1^{s_1} \otimes^{\cdot} \cdots \otimes^{\cdot} H_p^{s_p} \tag{5}$$

$$(|s| = s_1 + \cdots + s_p),$$

где $A_{s_1, \ldots, s_p}$ $(0 \leqslant |s| \leqslant n)$ и H_k $(k = \overline{1, p})$ определены так же, как в теореме 1. Тогда найдется такая квадратная матрица R_N порядка $N = mn_1 \cdots n_p$ (n_k—порядок матрицы H_k), что $R_N R_N^* = I_N$ и

$$L^+(H) = R_N^* L^-(H) R_N, \tag{6}$$

где I_N—единичная матрица порядка N; R_N^*—эрмитово-сопряженная матрице R_N.

Доказательство. Пусть

$$P_{n_1 n_2} = \begin{bmatrix} e_1 f_1^* & e_2 f_1^* & \cdots & e_{n_1} f_1^* \\ e_1 f_2^* & e_2 f_2^* & \cdots & e_{n_1} f_2^* \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ e_1 f_{n_2}^* & e_2 f_{n_2}^* & \cdots & e_{n_1} f_{n_2}^* \end{bmatrix}, \quad e_i = \begin{bmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} (i, \quad f_j = \begin{bmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} (j \cdot$$

$$(i = \overline{1, n_1}) \qquad (j = \overline{1, n_2})$$

Тогда [11],

$$P_{n_1 n_2} P^*_{n_1 n_2} = I_{n_1 n_2}$$

и

$$H_1 \otimes^{\cdot} H_2 = P^*_{n_1 n_2} (H_1 {}^{\cdot}\!\otimes H_2)\, P_{n_1 n_2}\,.$$

Используя это и аналогичные ему равенства, нетрудно доказать справедливость соотношения

$$\begin{aligned} & A_{s_1,\ldots,s_p} \otimes^{\cdot} H_1^{s_1} \otimes^{\cdot} \cdots \otimes^{\cdot} H_p^{s_p} = \\ & = R_N^* (A_{s_1,\ldots,s_p} {}^{\cdot}\!\otimes H_1^{s_1} {}^{\cdot}\!\otimes \cdots {}^{\cdot}\!\otimes H_p^{s_p})\, R_N, \end{aligned} \tag{7}$$

где

$$R_N R_N^* = I_N,$$

$$R_N = \left(\prod_{i=1}^{p-1} (P_{mn_1 \ldots n_i} \otimes^{\cdot} I_{n_{i+1}} \otimes^{\cdot} \cdots \otimes^{\cdot} I_{n_p}) \right) P_N.$$

Из равенства (7) следует (6). Теорема доказана.

Таким образом, мы доказали, что матрицы $L^-(H)$ и $L^+(H)$, заданные формулами (4) и (5), унитарно подобны. Так что согласно теоремам 1 и 2 справедлива

Теорема 3.

$$\sigma(L^+(H)) = \sigma(L^-(H)) = \bigcup_{t \in \sigma_p(H)} \sigma(L^-(t)), \tag{8}$$

где $L^-(t)$ *имеет вид* (3), $t = (t_1, \ldots, t_p)$, $\sigma_p(H) = \sigma(H_1) \times \cdots \times \sigma(H_p)$.

Формулы (1), (2) являются частными случаями (при $p=1$) формулы (8).

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

(Поступило 21.10.1982)

მათემატიკა

გ. სულხანიშვილი

მრავალი ცვლადის განზოგადებული მატრიცული მრავალწევრების სპექტრის შესახებ

რეზიუმე

სტატიაში დამტკიცებულია (4) და (5) სახის განზოგადებული მატრიცული მრავალწევრების უნიტარულად მსგავსება და აგებულია მათი სპექტრის გამოსათვლელი (8) ფორმულა.

MATHEMATICS

G. I. SULKHANISHVILI

ON THE SPECTRUM OF MULTIVARIABLE GENERALIZED MATRIX POLYNOMIALS

Summary

The unitary similarity of matrices (4) and (5) and formula (8) for the calculation of their spectrum is stated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. П. Мишина, И. В. Проскуряков. Высшая алгебра. СМБ, М., 1962.
2. I. Williamson. Bull. Amer. Math. Soc., 37, № 8, 1931.
3. J. Todd. J. Research Nat. Bur. Standards, 60, 1958.
4. Г. С. Датуашвили. Сообщения АН ГССР, 44, № 1, 1966.
5. Г. И. Сулханишвили. Сообщения АН ГССР, 62, № 3, 1971.
6. Г. И. Сулханишвили. Сообщения АН ГССР, 70, № 3, 1973.
7. Г. И. Сулханишвили. Труды Тбил. матем. ин-та, 44, 1974.
8. Г. И. Сулханишвили. Сообщения АН ГССР, 101, № 1, 1981.
9. M. R. Embry and M. Rosenblum. Pacific J. Math., 53, № 1, 1974.
10. П. Ланкастер. Теория матриц. М., 1978.
11. E. Egervary. Acta Sci. Math. (Szeged), 15, № 3-4, 1954.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 518:512.25

МАТЕМАТИКА

Г. Б. ЛОБЖАНИДЗЕ

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К РЕШЕНИЮ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

(Представлено академиком А. В. Бицадзе 29.9.1982)

Пусть $A_p = (a_p^{ij})$, $p = 1, \ldots, m$ — квадратные матрицы размерности $n > 2k$, $k \in N$. Образуем матрицы $A_{p0} = (a_{p0}^{ij})$, $p = 1, \ldots, m$, размерности $l = mn - (m-1)k$, которые представляются в следующем блочном виде:

$$A_{p0} = \begin{bmatrix} 0 & \vdots & 0 & \vdots & 0 \\ \cdots & & \cdots & & \cdots \\ 0 & \vdots & A_p & \vdots & 0 \\ \cdots & & \cdots & & \cdots \\ 0 & \vdots & 0 & \vdots & 0 \end{bmatrix},$$

при этом

$$a_{p0}^{(p-1)(n-k)+1,\ (p-1)(n-k)+1} = a_p^{11},\ p = 1, \ldots, m.$$

Рассмотрим систему линейных уравнений

$$AX = F, \tag{1}$$

где

$$A = \sum_{p=1}^{m} A_{p0};\ X,\ F \in R^e.$$

Заметим, что к системам типа (1) приводят многие задачи математической физики, для решения которых используется, например, метод конечных элементов [1].

Для векторов F и X будем использовать представления

$$F = [f_1, f_{12}, f_2, f_{23}, \ldots, f_{m-1m}, f_m]^T$$

и

$$X = [x_1, x_{12}, x_2, x_{23}, \ldots, x_{m-1m}, x_m]^T,$$

где

$$f_1, f_m, x_1, x_m \in R^{n-k},\ f_p, x_p \in R^{n-2k},\ p = 2, \ldots, m-1,$$
$$f_{p-1p}, x_{p-1p} \in R^k,\ p = 2, \ldots, m.$$

Рассмотрим следующие параметризованные системы линейных уравнений, которые в дальнейшем будем называть локальными:

$$A_p Y_p = F_p^{\lambda},\ p = 1, \ldots, m, \tag{2}$$

где

$$F_1^{\lambda} = [f_1, \lambda_1]^T,\ F_p^{\lambda} = [f_{p-1p} - \lambda_{p-1}, f_p, \lambda_p]^T,\ p = 2, \ldots, m-1,$$
$$F_m^{\lambda} = [f_{m-1m} - \lambda_{m-1}, f_m]^T,\ Y_1 = [y_1, y_{12}]^T,$$
$$Y_p = [y_{pp-1}, y_p, y_{pp+1}]^T,\ p = 2, \ldots, m-1,\ Y_m = [y_{mm-1}, y_m]^T.$$

Здесь

$$F_p^{\lambda}, Y_p \in R^n,\ p = 1, \ldots, m,\ \lambda_p, y_{pp+1} \in R^k,\ p = 1, \ldots, m-1,$$
$$y_{pp-1} \in R^k,\ p = 2, \ldots, m.$$

Связь между задачами (1) и (2) устанавливают следующие две теоремы:

Теорема 1. *Если существует такой вектор* $\lambda^*=[\lambda_1^*,\dots,\lambda_{m-1}^*]^T\in R^d$, *для которого соответствующие ему решения локальных систем* Y_p^*, $p=1,\dots,m$, *удовлетворяют условиям*

$$y^*_{pp+1}=y^*_{p+1p},\ p=1,\dots,m-1, \tag{3}$$

то вектор $x^*=[y_1^*,\ y_{12}^*,\dots,y_{m-1m}^*,\ y_m^*]^T$ *является решением системы* (1).

Теорема 2. *Пусть матрица A невырождена. Тогда существует единственный вектор* $\lambda^*\in R^d$, *обеспечивающий выполнение условий (3).*

Укажем два часто встречающихся в приложениях случая, когда вектор λ^* определяется конструктивно.

А) Пусть матрицы A_p, $p=1,\dots,m$ симметричны и положительно определены. Тогда для нахождения λ^* следует решить систему уравнений с симметричной и положительно определенной матрицей порядка d, имеющей блочно-трехдиагональную структуру.

Б) Предположим, что матрица A и некоторые из матриц A_p (например, A_1 и A_m) симметричны и положительно определены, а остальные матрицы—(в данном случае A_p, $p=2,\dots,m-1$) симметричны, при этом $\sum\limits_{j=1}^{n} a_p^{ij}=0,\ \forall i, p$; матрицы A_{pt}, $p=2,\dots,m-1$, $k<t\leqslant n-k$, получаемые из A_p заменой элементов a_p^{tj}, a_p^{jt}, $j=1,\dots,t-1,t+1,\dots,n$ нулями, положительно определены.

Возможность нахождения вектора λ^* в указанных условиях обеспечивает

Теорема 3. *Пусть вектор* $\lambda\in R^d$ *таков, что системы*

$$A_pY_p=F_p^\lambda,\ p=2,\dots,m-1,$$

совместимы. Тогда решения этих систем определяются с точностью до постоянного вектора $C=[c,\dots,c]^T$, $c\in R^1$.

Одно из частных решений (а именно то, для которого компонента, соответствующая индексу t, равна нулю) находится из системы

$$A_{pt}Z_p=F_{pt}^\lambda,\ p=2,\dots,m-1,$$

где вектор F_{pt}^λ получен из F_p^λ заменой нулем соответствующей компоненты с индексом t.

Предположим, что как и в А), матрицы A_p, $p=1,\dots,m$ симметричны и положительно определены. Вектор λ, введенный для коструирования правых частей локальной системы (2), может рассматриваться как двойственная к искомому вектору x переменная в задаче (1). Пусть

$$H=\begin{bmatrix} A_1 & & 0\\ & A_2 & \\ & & \ddots \\ 0 & & A_m\end{bmatrix},\quad F^\lambda=[F_1^\lambda,\dots,F_m^\lambda]^T,\ Y=[Y_1,\dots,Y_m]^T\in R^{\bar{e}}.$$

Запишем локальные системы в единой форме

$$HY=F^\lambda. \tag{4}$$

Для пары $(Y, \lambda) \in R^{\bar{e}} \times R^d$ определим функцию Лагранжа

$$\mathcal{L}(Y, \lambda) = J(Y) + (\lambda, B(Y)), \tag{5}$$

где

$$J(Y) = \sum_{p=1}^{m} \left[\frac{1}{2} Y_p^T A_p Y_p - (F_p^0, Y_p) \right],$$

$$F_1^0 = [f_1, 0]^T, \quad F_p^0 = [f_{p-1p}, f_p, 0]^T, \quad p = 2, \ldots, m-1,$$

$$F_m^0 = [f_{m-1m}, f_m]^T,$$

а оператор B: $R^{\bar{e}} \to R^d$ по правилу

$$B(Y) = [y_{21} - y_{12}, y_{32} - y_{23}, \ldots, y_{mm-1} - y_{m-1m}]^T.$$

Равенство $B(Y) = 0$ в пространстве $R^{\bar{e}}$ задает e-мерное подпространство. Обозначим последнее через $R_0^{\bar{e}}$ и установим линейный изоморфизм между R_0^e и R^e по правилу $Y \longleftrightarrow X$, где $Y = [x_1, x_{12}, x_{12}, x_2, x_{23}, x_{23}, \ldots, x_{m-1m}, x_m]^T \in R_0^e$, $X = [x_1, x_{12}, x_2, x_{23}, \ldots, x_{m-1m}, x_m]^T \in R^e$.

Нетрудно убедиться, что имеет место соотношение

$$J(Y) = I(X),$$

где функционал энергии

$$I(X) = \frac{1}{2} X^T A X - (F, X).$$

Легко доказывается

Теорема 4. *Лагранжиан $\mathcal{L}$ имеет единственную седловую точку (Y^*, λ^*), $Y^* \in R_0^{\bar{e}}$ и соответствующий вектору Y^* вектор $X^* \in R^e$ доставляет минимум функционалу энергии $I(X)$ системы* (1).

Для нахождения пары (Y^*, λ^*) можно применить известные итерационные методы отыскания седловых точек. В частности, нетрудно показать, что итерационный процесс типа алгоритма координации (см. [2], стр. 245) сходится со скоростью геометрической прогрессии со знаменателем

$$q = \sqrt{1 - \left(\frac{\delta}{\gamma}\right)^2},$$

где δ и γ представляют собой наименьшее и наиболее собственные значения матрицы A.

В заключение заметим, что предложенный в работе подход позволяет сконструировать параллельный алгоритм для решения систем алгебраических уравнений большой размерности.

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

(Поступило 22.10.1982)

მათემატიკა

გ. ლობჟანიძე

წრფივ ალგებრულ განტოლებათა სისტემის ამოხსნის ერთი მიდგომის შესახებ

რეზიუმე

მოცემულია ბლოკურ-ლენტური სტრუქტურის წრფივ ალგებრულ განტოლებათა სისტემის ამოხსნის პირდაპირი და იტერაციული მეთოდი.

MATHEMATICS

G. B. LOBZHANIDZE

ON ONE APPROACH TO THE SOLUTION OF A SYSTEM OF LINEAR ALGEBRAIC EQUATIONS

Summary

Direct and iterative methods are given for solving a system of linear algebraic equations of block-band structure.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Стренг, Дж. Фикс. Теория метода конечных элементов. М., 1977.
2. А. Бенсусан, Ж.-Л., Лионс, Р. Темам. В кн. «Методы вычислительной математики». Новосибирск, 1975.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 519.24

МАТЕМАТИКА

Э. А. НАДАРАЯ

ПРИМЕНЕНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ПРЕДЕЛЬНОЙ ТЕОРЕМЫ ДЛЯ МАРТИНГАЛОВ К ИССЛЕДОВАНИЮ ПРЕДЕЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КВАДРАТИЧЕСКОГО УКЛОНЕНИЯ ОЦЕНКИ ПЛОТНОСТИ ТИПА ЯДРА

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 19.11.1982)

1. В литературе до сих пор имелись два различных метода изучения предельного распределения квадратического уклонения $\int (f_n(x) - f(x))^2 a(x)\, dx$ оценок $f_n(x)$ плотности $f(x)$, построенных с помощью так называемой весовой функции $W(x)$. Первый метод — это аппроксимация Бреймана—Бриллингера эмпирического процесса последовательностью броуновских мостов [1—3]. Второй — это дополнительная рандомизация, состоящая в том, что вместо n наблюдений берут случайное число наблюдений, распределенное по закону Пуассона со средним n и независимое от наблюдений [4]. Все перечисленные методы исследования страдают следующим недостатком: предельное распределение квадратического уклонения $f_n(x)$ от $f(x)$ получается для узкого класса весовых функций и $f(x)$, а также условия, налагаемые на a_n, входящие в оценку $f_n(x)$, являются довольно жесткими [1, 3].

Цель настоящей работы — получить предельное распределение квадратического уклонения $f_n(x)$ от $f(x)$ (в случае ограниченной и интегрируемой $a(x)$ на всей оси, а так же при $a(x) \equiv 1$) для широкого класса весовых функций. Для получения наших результатов мы используем полученную в последние годы функциональную центральную предельную теорему для последовательности семимартингалов [5], которая позволяет единым образом изучить предельное распределение кв. уклонения $f_n(x)$ от $f(x)$ как в одномерном, так и в многомерном случае.

2. Пусть $X_1, X_2, \ldots, X_n$ — независимые одинаково распределенные одномерные случайные величины, имеющие неизвестную функцию плотности распределения $f(x)$. Рассмотрим непараметрическую оценку $f_n(x)$ плотности $f(x)$:

$$f_n(x) = n^{-1} a_n \sum_{i=1}^{n} W(a_n (x - X_i)).$$

Предположения. Функция $W(x)$ удовлетворяет следующим условиям: $W(x) = W(-x)$, ограничена,

$$x^2 W(x) \in L_1(-\infty, \infty) \text{ и } \int W(x)\, dx = 1.$$

Относительно $f(x)$ предположим, что она ограничена и имеет ограниченные производные до второго порядка включительно, а $\{a_n\}$ — последовательность положительных чисел таких, что $n^{-1} a_n \to 0$ и $n a_n^{-9/2} \to 0$ при $n \to \infty$.

Обозначения.

$$L_n(a) = n a_n^{-1} \int [f_n(x) - f(x)]^2 a(x)\, dx,$$

$$\widetilde{L}_n(a) = n a_n^{-1} \int [f_n(x) - \mathbf{E} f_n(x)]^2 a(x)\, dx, \quad \alpha_i(x) = W(a_n(x - X_i)) -$$

$$- \mathbf{E} W(a_n(x - X_i)), \quad b_n^2 = 2 a_n^2 \iint (\mathbf{E} \alpha_1(x_1) \alpha_1(x_2))^2 a(x_1) a(x_2)\, dx_1 dx_2,$$

$$b^2 = 2 \int f^2(x) a^2(x)\, dx \int W_0^2(u) du, \quad W_0 = W * W,$$

$$A = \int f(x) a(x)\, dx \int W^2(x)\, dx, \quad \eta_{ij}^{(n)} = \sqrt{\frac{n}{n-1}}\, \frac{2 a_n}{n b_n} \int \alpha_i(x) \alpha_j(x) a(x)\, dx,$$

$$\xi_{nj} = \sum_{l=1}^{j-1} \eta_{lj}^{(n)}, \quad \xi_{n1} = 0, \quad j = 2, 3, \ldots, n, \quad Y_j^{(n)} = \sum_{i=1}^{j} \xi_{ni},$$

$$\mathfrak{F}_j^{(n)} = \sigma(\omega\colon X_1, X_2, \ldots, X_j),$$

где $\mathfrak{F}_j^{(n)}$ — σ-алгебра, порожденная случайными величинами $X_1, X_2, \ldots, X_j$.

Лемма 1. $L_n(a) - \widetilde{L}_n(a) = o_p(a_n^{-1/2})$.

Лемма 2. $\mathbf{E} \widetilde{L}_n(a) = A + O(a_n^{-1})$, $\mathbf{D} \widetilde{L}_n(a) = b_n^2 + o(a_n^{-1})$, причем $b_n^2 = a_n^{-1} b^2 + o(a_n^{-1})$.

Лемма 3. Стохастическая последовательность $(Y_j^{(n)}, \mathfrak{F}_j^{(n)})_{j \geq 1}$ является мартингалом, а, следовательно, $(\xi_{nj}, \mathfrak{F}_j^{(n)})_{j \geq 1}$ — мартингал-разностью.

Теорема 1. *Пусть функция* $a(x)$ *ограничена и интегрируема на всей оси. Тогда* $a_n^{1/2} b^{-1} (L_n(a) - A) \xrightarrow{d} N(0,1)$, *где* d *— сходимость по распределению, а* $N(0,1)$ *— случайная величина, имеющая нормальное распределение с нулевым средним и дисперсией* 1.

Доказательство. Имеем

$$M_n = \frac{\widetilde{L}_n(a) - E \widetilde{L}_n(a)}{b_n} = \sqrt{\frac{n-1}{n}}\, H_n^{(1)} + H_n^{(2)},$$

где

$$H_n^{(1)} = \sum_{j=1}^{n} \xi_{nj} \quad \text{и} \quad H_n^{(2)} = \frac{a_n}{n b_n} \sum_{i=1}^{n} \left[\int \alpha_i^2(x) a(x)\, dx - \mathbf{E} \int \alpha_i^2(x) a(x)\, dx \right],$$

причем

$$\mathbf{D} H_n^{(2)} = \frac{a_n^2}{n b_n^2}\, \mathbf{E} \left(\int \alpha_i^2(x) a(x)\, dx \right)^2 \leqslant C_1 \frac{a_n}{n} \to 0.$$

Следовательно, $H_n^{(2)} \xrightarrow{\mathbf{P}} 0$. Покажем теперь, что $H_n^{(1)} \xrightarrow{d} N(0,1)$. Для этого достаточно проверить справедливости условия следствия 6 теоремы 2 работы [5], касающейся центральной предельной теореме для стохастической последовательности, образующейся мартингал-разности.

Поскольку

$$\mathbf{E}\xi^2_{nj} = \frac{2}{n(n-1)}(j-1), \quad \text{то} \quad \sum_{j=1}^{n} \mathbf{E}\xi^2_{nj} = 1.$$

Теперь установим, что $\sum\limits_{k=1}^{n} \xi^2_{nk} \xrightarrow{\mathbf{P}} 1$. Для этого достаточно убедиться в том, что $\mathbf{E}\left(\sum\limits_{k=1}^{n} \xi^2_{nk} - 1\right)^2 \to 0$, т. е.

$$\mathbf{E}\left(\sum_{j=1}^{n} \xi^2_{nj}\right)^2 = \sum_{j=1}^{n} \mathbf{E}\xi^4_{nj} + 2\sum_{j_1<j_2} \mathbf{E}\xi^2{}_{nj_1}\xi^2{}_{nj_2} \to 1$$

при $n \to \infty$. Действительно, нетрудно показать, что

$$\mathbf{E}\xi^4_{nj} \leqslant C_2 \frac{a_n^4}{n^4 b_n^4}(j-1)(j-2)\,\mathbf{E}\left(\int \alpha_1(u_1)\,\alpha_j(u_1)\,a(u_1)\,du_1\right)^2 \times$$

$$\times \left(\int \alpha_2(u_2)\,\alpha_j(u_2)\,a(u_2)\,du_2\right)^2 \leqslant C_3 \frac{a_n}{n^4}(j-1)(j-2).$$

Отсюда получаем, что

$$\sum_{j=1}^{n} \mathbf{E}\,\xi^4_{nj} \leqslant C_4 \frac{a_n}{n} \to 0.$$

Далее, из определения ξ_{nj} следует (для простоты вместо $\eta_{ij}^{(n)}$ будем писать η_{ij})

$$\xi^2{}_{nj_1}\xi^2{}_{nj_2} = \left(\sum_{i=1}^{j_1-1} \eta^2{}_{ij_1}\right)\left(\sum_{i=1}^{j_2-1} \eta^2{}_{ij_2}\right) + \left(\sum_{i=1}^{j_1-1} \eta^2{}_{ij_1}\right)\left(\sum_{i\neq k=1}^{j_2-1} \eta_{ij_2}\eta_{kj_2}\right) +$$

$$+ \left(\sum_{i=1}^{j_2-1} \eta^2{}_{ij_2}\right)\left(\sum_{s\neq t=1}^{j_1-1} \eta_{sj_1}\eta_{tj_1}\right) + \left(\sum_{s\neq t=1}^{j_1-1} \eta_{sj_1}\eta_{tj_1}\right)\left(\sum_{k\neq r=1}^{j_2-1} \eta_{kj_2}\eta_{rj_2}\right) =$$

$$= B^{(1)}_{j_1j_2} + B^{(2)}_{j_1j_2} + B^{(3)}_{j_1j_2} + B^{(4)}_{j_1j_2}.$$

Легко установить, что

$$\mathbf{E}B^{(1)}_{j_1j_2} = 2(j_1-1)\,\mathbf{E}\eta^2{}_{12}\eta^2{}_{13} + (j_1-1)(j_2-3)(\mathbf{E}\eta^2{}_{12})^2,$$

причем

$$\mathbf{E}\eta^2{}_{12}\,\eta^2{}_{13} \leqslant C_5 \frac{a_n^4}{n^4}$$

и

$$(\mathbf{E}\eta^2{}_{12})^2 \simeq \frac{16\,a_n^{-2}}{n^4 b_n^4}\left(\int f^2(x)\,a^2(x)\,dx \int W_0^2(u)\,du\right)^2 = \frac{4}{n^4}(1+o(1)).$$

Поэтому

$$2\sum_{j_1<j_2} \mathbf{E}B^{(1)}_{j_1j_2} = 1 + o(1).$$

Очевидно

$$\sum_{j_1<j_2} \mathbf{E}B^{(3)}_{j_1j_2} = 0$$

и

$$\mathbf{E}B^{(2)}_{j_1j_2} \leqslant 2\sum_{i=1}^{j_1-1} \mathbf{E}\,|\eta^2{}_{ij_1}\,\eta_{ij_2}\,\eta_{j_1j_2}| \leqslant C_6 \frac{a_n}{n^4}(j_1-1).$$

Стало быть, $\sum\limits_{j_1<j_2} |\,\mathbf{E}B^{(2)}_{j_1j_2}\,| \leqslant C_7 \dfrac{a_n}{n} \to 0.$

Наконец, после несложных вычислений, получаем

$$\mathbf{E}B_{j_1j_2}^{(4)} \leqslant C_8 (j_1-1)(j_1-2)\, \mathbf{E}\, |(W_0(a_n(X_1-X_3))+C_9 a_n^{-1})(W_0(a_n(X_2-X_3))+$$
$$+C_9 a_n^{-1})(W_0(a_n(X_1-X_4))+C_9 a_n^{-1})(W_0(a_n(X_2-X_4))+C_9 a_n^{-1})| \leqslant$$
$$\leqslant C_{10}\, n^{-4} a_n^{-1} (j_1-2)(j_1-1)$$

и, следовательно,

$$\sum_{j_1<j_2} |\mathbf{E}B_{j_1j_2}^{(4)}| \leqslant \frac{C_{11}}{a_n} \to 0.$$

Таким образом, $\mathbf{E}\left(\sum_{k=1}^{n} \xi_{nk}^2\right)^2 \to 1$. Значит, $M_n \xrightarrow{d} N(0,1)$.

Отсюда, в силу леммы 1 и 2, получается доказательство теоремы 1.

Аналогично теоремы 1 доказывается

Теорема 2. *Если вдобавок к условиям теоремы* 1, *относительно* $f(x)$, *потребовать интегрируемость производных* $f^{(1)}(x)$ *и* $f^{(2)}(x)$ *то*

$$a_n^{1/2} \sigma^{-1} \left(L_n(1) - \int \mathbf{W}^2(x)\, dx\right) \xrightarrow{d} N(0,1),$$

где

$$\sigma^2 = \int f^2(x)\, dx \int W_0^2(u)\, du.$$

В заключение отметим, что аналогичным методом можно получить предельное распределение кв. уклонения для оценок типа ядра кривой регрессии.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 19.11.1982)

მათემატიკა

ე. ნადარაია

სიმკვრივის გულოვანი შეფასების კვადრატული გადახრის ზღვარითი განაწილების გამოკვლევებისათვის მარტინგალების ცენტრალური ზღვარითი თეორემის გამოყენება

რეზიუმე

გამოკვლეულია სიმკვრივის გულოვანი შეფასების კვადრატული გადახრის ზღვარით განაწილების საკითხი ზოგად პირობებში.

MATHEMATICS

E. A. NADARAIA

APPLICATION OF THE CENTRAL LIMIT THEOREM FOR MARTINGALES TO THE STUDY OF THE LIMIT DISTRIBUTION OF QUADRATIC DEVIATION OF THE KERNEL-TYPE ESTIMATOR OF A DENSITY FUNCTION

Summary

The limit distribution of quadratic deviation of the kernel-type estimator of a density function is obtained for a rather wide set of kernels and density functions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. Bickel, M. Rosenblatt. Ann. Stat., 1, № 6, 1973.
2. Э. А. Надарая. Сообщения АН ГССР, 78, № 1, 1975.
3. P. Revesz. Ann. Probab. 4, № 5, 1976.
4. M. Rosenblatt. Ann. Mat. Stat. № 3, 1975.
5. О. Ш. Липцер, А. Н. Ширяев. Теория вероятн. и ее применен., XXV, 4, 1980.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 1, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 1, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 1, 1984

УДК 517.927

МАТЕМАТИКА

О. Т. ЦХАДАЯ

ОБ АПРИОРНЫХ ОЦЕНКАХ РЕШЕНИЙ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ НЕРАВЕНСТВ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 7.12.1982)

Хорошо известно, что вопрос о разрешимости краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений сводится к априорным оценкам решений дифференциальных неравенств с соответствующими краевыми условиями (см. [1—3] и указанную там литературу).

В настоящей заметке рассматриваются дифференциальные неравенства

$$u'''(t)\,\eta_r(u''(t)) \geqslant -h(t, u(t), u'(t), u''(t)) \quad \text{при } a_1 \leqslant t \leqslant \beta$$

$$u'''(t)\,\eta_r(u''(t)) \leqslant h(t, u(t), u'(t), u''(t)) \quad \text{при } \alpha \leqslant t \leqslant a_2 \tag{1}$$

и

$$u'''(t)\,\eta_r(u'(t)) \geqslant -h(t, u(t), u'(t), u''(t)) \quad \text{при } a_1 < t < a_2 \tag{2}$$

где

$$r < 0, \quad -\infty < a_1 < \alpha < \beta < a_2 + \infty,$$

$$\eta_r(s) = \begin{cases} 0 & \text{при } |s| \leqslant r \\ r \operatorname{sign} s & \text{при } |s| < r \end{cases}$$

а функция $h{:}[a_1, a_2] \times R^3 \to R$ допускает одно из следующих трех представлений:

$$h(t, x, y, z) = h_1(t, x, (t-a_1)(t-a_2)y)(1 + y^2 + |z|) +$$
$$+ h_2(x, (t-a_1)(t-a_2)y)(1 + |y|^3 + |z|^{3/2} + (t-a_1)(a_2-t)z^2), \tag{3_1}$$

$$h(t, x, y, z) = \begin{cases} h_1(t, x, y)(1 + |z|) + h_2(x, y)(1 + z^2) & \text{при } a_1 \leqslant t \leqslant \beta \\ h_1(t, x, (t-a_2)y)(1 + y^2 + |z|) + h_2(x, (t-a_2)y)(1 + |y|^3 + \\ \quad + |z|^{3/2} + (a_2 - t)z^2) & \text{при } \alpha \leqslant t \leqslant a_2 \end{cases} \tag{3_2}$$

или

$$h(t, x, y, z) = h_1(t, x, y)(1 + |z|) + h_2(x, y)(1 + z^2), \tag{3_3}$$

причем $h_1 : [a_1, a_2] \times R^2 \to [0, +\infty[$ принадлежит классу Каратеодори, а $h_2 : R^2 \to [0, +\infty[$ — непрерывная функция.

Следуя [3], будем говорить, что функция $u : [a_1, a_2] \to R$ принадлежит классу $A_r^2([a_1\ a_2]$, если она абсолютно непрерывна вместе с u' и u'' существует интегрируемая по Лебегу функция $g : [a_1, a_2] \to R$ (вообще говоря, зависящая от u) такая, что

$$[u'''(t) - g(t)\,u''(t)]\,\eta_r(u'(t)) \geqslant 0 \quad \text{при } a_1 \leqslant t \leqslant a_2.$$

Ниже приведены теоремы об априорных оценках решений из класса $A_r^2([a_1, a_2])$ дифференциальных неравенств (1) и (2), удовлетворяющих краевым условиям одного из следующих четырех видов:

$$\eta_r[u(a_1)]\,\eta_r[u'(a_1)] \geqslant 0, \quad |u(a_0)| \leqslant r, \quad \eta_r[u(a_2)]\,\eta_r[u'(a_2)] \leqslant 0 \tag{4_1}$$

$$|u'(a_1)| \leqslant r, \quad |u(t_0)| \leqslant r, \quad \eta_r[u(a_2)]\,\eta_r[u'(a_2)] \leqslant 0 \tag{4_2}$$

$$|u'(a_1)| \leqslant r, \quad |u(t_1)| \leqslant r, \quad |u'(a_2)| \leqslant r \tag{4_3}$$

или

$$u''(a_1)\,\eta_r[u'(a_1)] \geqslant 0, \quad |u(t_1)| \leqslant r_0, \quad \eta_r[u'(a_2)]\,u''(a_2) \leqslant 0,$$
$$\min\{|u'(a_1)|, |u'(a_2)|\} \leqslant r, \tag{4_4}$$

где

$$r \in [0, +\infty[, \quad a_0 \in]a_1, a_2[, \quad t_0 \in [a_1, a_2[, \quad t_1 \in [a_1, a_2].$$

Теорема 1. *Пусть соблюдается условие* (3_k), *где* $k \in \{1, 2, 3\}$. *Тогда найдётся положительное число* ρ *такое, что любое решение* $u \in A_r^2([a_1, a_2])$ *задачи* (1), (4_k) *допускает оценки*

$$|u^{(i)}(t)| \leqslant \rho \quad \text{при} \quad a_1 \leqslant t \leqslant a_2 \quad (i = 0, 1, 2). \tag{5}$$

Теорема 2. *Пусть соблюдается условие* (3_3). *Тогда найдется положительное число* ρ *такое, что любое решение* $u \in A_r^2([a_1, a_2])$ *задачи* (2), (4_4) *допускает оценки* (5).

Следует отметить, что порядки роста функции h относительно двух последних аргументов, указанные в теоремах 1 и 2, оптимальны для каждой из задач (1), (4_k) $(k=1, 2, 3)$ и (2), (4_4) и увеличить их нельзя.

Применению полученных априорных оценок к исследованию вопроса разрешимости нелинейных трехточечных краевых задач будет посвящена отдельная статья.

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

(Поступило 9.12.1982)

მათემატიკა

ო. ცხადაია

მესამე რიგის დიფერენციალური უტოლობებისათვის სასაზღვრო ამოცანების ამოხსნების აპრიორულ შეფასებათა შესახებ

რეზიუმე

დადგენილია (1) და (2) სახის დიფერენციალური უტოლობების ისეთი ამოხსნების აპრიორული შეფასებები, რომლებიც აკმაყოფილებენ ერთ-ერთს (4_k) $(k=1,2,3,4)$ სასაზღვრო პირობებიდან, სადაც r დადებითი მუდმივია,

$$\eta_r(s) = \begin{cases} 0 & \text{როცა } |s| \leqslant r \\ r\,\mathrm{sign}\,s & \text{როცა } |s| > r. \end{cases}$$

MATHEMATICS

O. T. TSKHADAIA

ON A PRIORI BOUNDS OF SOLUTIONS OF BOUNDARY VALUE PROBLEMS FOR THIRD ORDER DIFFERENTIAL INEQUALITIES

Summary

A priori bounds of solutions of the differential inequalities (1) and (2) satisfying one of the boundary conditions (4_k) $(k = 1, 2, 3, 4)$ where r is a positive constant and

$$\eta_r(s) = \begin{cases} 0 \text{ for } & |s| \leqslant r \\ r \operatorname{sign} s \text{ for } & |s| > r \end{cases}$$

are established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Т. Кигурадзе. Некоторые сингулярные краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений. Тбилиси, 1975.
2. Н. А. Васильев, Ю. А. Клоков. Основы теории краевых задач обыкновенных дифференциальных уравнений. Рига, 1978.
3. И. Т. Кигурадзе. Сообщения АН ГССР, 113, № 2, 1983.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 519.2

МАТЕМАТИКА

О. Г. ПЕТРИАШВИЛИ, З. А. ПИРАНАШВИЛИ

К ВОПРОСУ ОБРАЩЕНИЯ ФУНКЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиашвили 21.12.1982)

В работе [1] дано применение метода приближенного решения Ньютона для уравнения $\varphi(x)\equiv F(x)-\alpha=0$, $0\leqslant\alpha\leqslant1$, изучен вопрос о сходимости процесса последовательного приближения с учетом специфических свойств функции распределения $F(x)$. Как известно, метод Ньютона последовательного приближенного решения легко получить, если в разложении в ряд Тейлора функции $\varphi(x)$ остановимся на линейном члене [2, 3]. Если же в этом разложении остановимся на квадратном члене, тогда для последовательного приближенного решения уравнения $\varphi(x)=0$ получим следующую рекуррентную формулу:

$$x_n=x_{n-1}+\frac{1}{\varphi''(x_{n-1})}\left(\sqrt{[\varphi'(x_{n-1})]^2-2\varphi(x_{n-1})\cdot\varphi''(x_{n-1})}-\varphi'(x_{n-1})\right),$$

когда

$$\varphi''(x_{n-1})\neq0,$$

$$x_n=x_{n-1}-\frac{\varphi(x_{n-1})}{\varphi'(x_{n-1})},$$

когда

$$\varphi'(x_{n-1})=0,\ \varphi'(x_{n-1})\neq0,\ n=1,\ 2,\ldots.$$

Легко доказывается следующая

Теорема. Если $\varphi(x)$ — строго возрастающая непрерывная функция и если последовательность x_n, построенная по формуле (1), сходится, тогда она сходится к искомому корню x^* уравнения $\varphi(x)=0$.

Доказательство. Если последовательность $\{x_n\}$ сходится, т. е. $x_n\to\Theta$ при $n\to\infty$, тогда $x_{n-1}\to\Theta$ и $\varphi(x_{n-1})\to0$ при $n\to\infty$.

Действительно, если обозначим через Z'_n второе слагаемое на правой стороне первого равенства в (1), а через Z''_n — второе слагаемое на правой стороне второго равенства, то учитывая условия $\varphi'(x_{n-1})\neq0$, $\varphi''(x_{n-1})\neq0$, получим

$$\sqrt{[\varphi'(x_{n-1})]^2-2\varphi(x_{n-1})\cdot\varphi''(x_{n-1})}=\varphi'(x_{n-1})+Z'_n\varphi''(x_{n-1}),\tag{2}$$

$$\varphi(x_{n-1})=-Z''_n\cdot\varphi'(x_{n-1}).\tag{3}$$

Если возведем в квадрат равенство (2), то после упрощения получим

$$-2\varphi(x_{n-1})=2Z'_n\cdot\varphi'(x_{n-1})+Z'^2_n\cdot\varphi''(x_{n-1}).\tag{4}$$

В силу (1) имеем $x_n-x_{n-1}=Z_n$, где $Z_n=Z'_n$, когда $\varphi''(x_{n-1})\neq0$ и $Z_n=Z''_n$, когда $\varphi''(x_{n-1})=0$, $\varphi'(x_{n-1})\neq0$. Поэтому если $x_n\to\Theta$ при

$n\to\infty$, то тогда $x_{n-1}\to\Theta$, $Z_n\to 0$. Следовательно, для подпоследовательностей $\{Z'_n\}$ и $\{Z''_n\}$ последовательности $\{Z_n\}$ имеем $Z'_n\to 0$, $Z''_n\to 0$, а в силу равенств (3) и (4) имеем $\varphi(x_{n-1})\to 0$ при $n\to\infty$. Отсюда в свою очередь получается, что $x_{n-1}=\varphi'(\varphi(x_{n-1}))\to\varphi^{-1}(0)=x^*$ при $n\to\infty$, так как в силу условий теоремы обратная $\varphi^{-1}(\cdot)$ существует и является непрерывной функцией, что и требовалось доказать.

По формуле Тейлора можем написать

$$0=\varphi(x^*)=\varphi(x_n)+\varphi'(x_n)\cdot(x^*-x_n)+\frac{1}{2}\varphi''(x_n)(x^*-x_n)^2+$$

$$+\frac{1}{6}\varphi'''(\nu_1)\cdot(x^*-x_n)^3. \tag{5}$$

С другой стороны, для квадратичного приближения имеем

$$\varphi(x_n)+\varphi'(x_n)(x_{n+1}-x_n)+\frac{1}{2}\varphi''(x_n)(x_{n+1}-x_n)^2=0. \tag{6}$$

Если из (5) почленно вычтем (6), получим

$$\varphi'(x_n)\cdot(x^*-x_{n+1})+\frac{1}{2}\varphi''(x_n)\cdot(x^{*2}-2x^*x_n+x_n^2-$$

$$-x_{n+1}^2+2x_n\cdot x_{n+1}-x_n^2)+\frac{1}{6}\varphi'''(\nu_1)(x^*-x_n)^3=0.$$

Отсюда имеем

$$(x^*-x_{n+1})\cdot\left[\varphi'(x_n)+\frac{1}{2}\varphi'(x_n)(x^*+x_{n+1}-2x_n)\right]+$$

$$+\frac{1}{6}\varphi'''(\nu_1)\cdot(x^*-x_n)^3=0,$$

$$|x_{n+1}-x^*|=\frac{|\varphi'''(\nu_1)|\cdot|x_n-x^*|^3}{6\left|\varphi'(x_n)+\frac{1}{2}\varphi''(x_n)\cdot(x^*+x_{n-1}-2x_n)\right|}. \tag{7}$$

Если в (7) подставим

$$(x_{n+1}-x_n)\varphi''(x_n)=\sqrt{[\varphi'(x_n)]^2-2\varphi(x_n)\cdot\varphi''(x_n)}-\varphi'(x_n),$$

то после упрощений получим

$$|x_{n+1}-x^*|=\frac{|\varphi'''(\nu_1)|\cdot|x_n-x^*|^3}{3|\varphi'(x_n)+\varphi''(x_n)(x^*-x_n)+\sqrt{[\varphi'(x_n)]^2-2\varphi(x_n)\cdot\varphi'(x_n)}|}. \tag{8}$$

В случае линейного приближения вместо (5) и (6) будем иметь:

$$0=\varphi(x^*)=\varphi(x_n)+\varphi'(x_n)(x^*-x_n)+\frac{1}{2}\varphi''(\nu_2)\cdot(x^*-x_n)^2, \tag{5'}$$

$$\varphi(x_n)+\varphi'(x_n)\cdot(x_{n+1}-x_n)=0. \tag{6'}$$

Если из (5^1) почленно вычтем (6^1), получим

$$\varphi'(x_n)\cdot(x^*-x_{n+1})+\frac{1}{2}\varphi''(\nu_2)\cdot(x^*-x_n)^2=0,$$

откуда

$$|x_{n+1}-x^*|=\frac{1}{2}\,\frac{|\varphi''(\nu_2)|}{|\varphi'(x_n)|}\cdot|x_n-x^*|^2. \qquad (9)$$

Сравнение формул (8) и (9) показывает, что скорость сходимости в случае квадратичного приближения более высокая, чем в случае линейного приближения, что подтверждается и экспериментально, когда начальное x_0 подобрано должным образом.

Для уравнения $\varphi(x)\equiv F(x)-\alpha$, где $0\leqslant\alpha\leqslant 1$, $F(x)$—функция распределения, формула (1) примет вид

$$x_n=x_{n-1}+\frac{1}{f'(x_{n-1})}\left(\sqrt{f^2(x_{n-1})+2f'(x_{n-1})[\alpha-F(x_{n-1})]}-f(x_{n-1})\right), \qquad (10)$$

когда

$$f'(x_{n-1})\neq 0,$$

$$x_n=x_{n-1}+\frac{\alpha-F(x_{n-1})}{f(x_{n-1})},$$

когда

$$f'(x_{n-1})=0,\ f(x_{n-1})\neq 0,\ n=1,\ 2,\ldots,$$

где $f(x)=F'(x)$—плотность распределения, для которой допускаем существование производной $f'(x)$.

Заметим, что квадратичное приближение в отличие от линейного приближения годится и тогда, когда значением искомого корня является точка максимума функции $f(x)$.

Научно-производственно-учебное
объединение МФ ГССР

(Поступило 24.12.1982)

მათემატიკა

თ. კეტრიაშვილი, ზ. ფირანაშვილი

განაწილების ფუნქციის შებრუნების საკითხისათვის

რეზიუმე

შრომაში განხილულია $\varphi(x)=0$ განტოლების ამოხსნის მიმდევრობითი კვადრატული მიახლოების კრებადობის საკითხი და კვადრატული მიახლოების მეთოდის გამოყენება განაწილების ფუნქციის შებრუნებისათვის.

MATHEMATICS

O. G. PETRIASHVILI, Z. A. PIRANASHVILI

ON THE REVERSIBILITY OF THE FUNCTION DISTRIBUTION

Summary

The paper deals with the problem of the convergence of sequential quadratic approximation of the solution of the equation $\varphi(x) = 0$ and with the application of the quadratic approximation methed in reversing the distribution function.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. З. А. Пиранашвили, О. Г. Петриашвили. Сообщения АН ГССР, 108, № 1, 1982.
2. И. С. Березин, Н. П. Жидков. Методы вычислений, т. II. М., 1960.
3. Н. С. Бахвалов. Численные методы, 1. М., 1973.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 517

МАТЕМАТИКА

А. Б. ХАРАЗИШВИЛИ

О КВАЗИИНВАРИАНТНЫХ И ИНВАРИАНТНЫХ МЕРАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Берикашвили 2.2.1983)

Пространством с квазиинвариантной мерой мы, как обычно, будем называть всякую четверку вида (E,G,S,μ), где E — основное базисное множество; G — некоторая группа преобразований множества E; S — некоторое G-инвариантное σ-кольцо частей множества E, а μ — некоторая G-квазиинвариантная мера, определенная на σ-кольце S. Во избежание недоразумений напомним, что G-квазиинвариантность меры μ означает следующее: для любого преобразования $g \in G$ и для любого множества $X \in S$ соотношение $\mu(g(X)) = 0$ выполняется тогда и только тогда, когда выполняется соотношение $\mu(X) = 0$.

Таким образом, понятие пространства с квазиинвариантной мерой является более общим, чем обычное понятие пространства с инвариантной мерой. Необходимость рассмотрения квазиинвариантных мер обусловлена тем обстоятельством, что во многих важных случаях на данном σ-кольце S нельзя определить ненулевой σ-конечной инвариантной меры, в то время как на этом же σ-кольце существуют вполне естественные квазиинвариантные меры. Приведем простой пример.

Пример 1. Пусть E — единичная окружность, а S — σ-алгебра всевозможных измеримых по Лебегу частей от E. Рассмотрим какую-нибудь группу G диффеоморфизмов этой окружности, содержащую несчетное множество изометрических преобразований окружности и хотя бы один диффеоморфизм, не сохраняющий классическую лебеговскую меру на S. Тогда лебеговская мера на S является G-квазиинвариантной, а с другой стороны, можно доказать, что не существует ненулевой σ-конечной G-инвариантной меры, определенной на σ-алгебре S.

Доказательство последнего факта нетривиально. Оно опирается на следующее предложение, полезное и в ряде других случаев.

Предложение 1. Пусть Γ — несчетная группа изометрических преобразований единичной окружности и пусть μ — ненулевая σ-конечная Γ-инвариантная мера, заданная на σ-алгебре всех измеримых по Лебегу частей окружности. Тогда мера μ отличается от классической лебеговской меры лишь постоянным (строго положительным) коэффициентом.

В свою очередь доказательство сформулированного только что предложения основывается на известном результате Улама, утверждающем, что первый несчетный кардинал $\aleph_1$ не измерим в широком смысле.

Замечание 1. Приведенный выше пример допускает обобщения на n-мерные сферы в евклидовом пространстве R^{n+1} $(n \geqslant 1)$, а также на широкий класс дифференцируемых многообразий, наделенных различными группами их диффеоморфизмов и лебеговской мерой соответствующей размерности. Надо отметить, что в теории дифференцируемых многообразий весьма важно то обстоятельство, что меры, рассматриваемые в этой теории, не являясь, вообще говоря, инвариантными, как правило, обладают свойством квазиинвариантности.

Пусть натуральное число $n \geqslant 1$. В дальнейшем будем обозначать символом l_n классическую лебеговскую меру в евклидовом пространстве R^n, а символом b_n — сужение меры l_n на обычную борелевскую σ-алгебру этого пространства.

Пример 2. Пусть натуральное $n \geqslant 2$. В евклидовом пространстве R^n выделим группу $G = Q \times R^{n-1}$, где Q—множество всех рациональных чисел действительной прямой R, и для любого борелевского множества $X \subset R^n$ положим

$$\nu(X) = \sum_{q \in Q} b_{n-1}(X \cap (\{q\} \times R^{n-1})).$$

Нетрудно проверить, что указанным равенством на борелевской σ-алгебре пространства R^n определяется σ-конечная G-инвариантная мера ν, являющаяся сингулярной по отношению к мере b_n. Совершенно ясно, что мера ν не может отличаться от меры b_n лишь постоянным коэффициентом, и, таким образом, мера b_n не обладает свойством единственности (с точностью до постоянного коэффициента) в классе всех ненулевых σ-конечных G-инвариантных мер, задаваемых на борелевской σ-алгебре пространства R^n. В то же время можно показать, что для любой σ-конечной G-инвариантной меры μ, определенной на σ-алгебре всех измеримых по Лебегу частей пространства R^n, обязательно найдется постоянный коэффициент $t(\mu) \geqslant 0$ такой, что $\mu = t(\mu) \cdot l_n$.

В связи с примером 2 возникает вопрос о нахождении необходимых и достаточных условий, которые нужно наложить на группу $\Gamma \subset R^n$, чтобы мера b_n обладала свойством единственности в классе всех ненулевых σ-конечных Γ-инвариантных мер, заданных на борелевской σ-алгебре пространства R^n. Одно из достаточных условий содержится в следующем предложении.

Предложение 2. Пусть группа $\Gamma \subset R^n$ не является множеством l_n-меры нуль. Тогда справедливы приводимые ниже соотношения:

1) всякая ненулевая σ-конечная Γ-квазиинвариантная мера, определенная на борелевской σ-алгебре пространства R^n, эквивалентна мере b_n;

2) для всякой σ-конечной Γ- инвариантной меры μ, определенной на борелевской σ-алгебре пространства R^n, существует постоянный коэффициент $t(\mu) \geqslant 0$ такой, что $\mu = t(\mu) \cdot b_n$.

Замечание 2. Легко убедиться, что следующие два условия равносильны:

а) группа $\Gamma \subset R^n$ не является множеством l_n-меры нуль;

б) группа $\Gamma \subset R^n$ представляет собой l_n-массивную часть пространства R^n.

Пример 3. Пусть R^N — пространство всех последовательностей вещественных чисел и пусть φ — какой-нибудь изоморфизм аддитивной группы R на аддитивную группу R^N (такой изоморфизм без труда можно построить, рассматривая R и R^N как векторные пространства над полем Q рациональных чисел). Перенесем посредством биективного отображения φ меру b_1 на пространство R^N и полученную новую меру обозначим через $\lambda=\varphi(b_1)$. Тогда очевидно, что

1) меры λ и b_1 изоморфны между собой;

2) мера λ инвариантна относительно группы R^N;

3) мера λ обладает свойством единственности в классе всевозможных ненулевых σ-конечных R^N-инвариантных мер, задаваемых на области определения λ.

Отметим, что без использования несчетных форм аксиомы выбора нельзя определить никакого изоморфизма меры b_1 на меру λ. Доказательство этого утверждения опирается на тот хорошо известный факт, что не существует вероятностной R^N-квазиинвариантной меры, заданной на борелевской σ-алгебре пространства R^N.

В связи с приведенным примером отметим также, что неизвестно, существуют ли всюду плотная группа $G \subset R^N$ и ненулевая σ-конечная G-инвариантная мера μ, определенная на борелевской σ-алгебре пространства R^N и обладающая свойством единственности в классе всех ненулевых σ-конечных G-инвариантных мер, задаваемых на той же борелевской σ-алгебре.

З а м е ч а н и е 3. Пусть λ — мера, построенная в примере 3. Тогда в пространстве R^N существует мера $\bar{\lambda}$, обладающая следующими свойствами:

а) мера $\bar{\lambda}$ является продолжением меры λ;

б) мера $\bar{\lambda}$ инвариантна относительно группы R^N;

в) область определения меры $\bar{\lambda}$ содержит класс всевозможных локально компактных подмножеств пространства R^N;

г) для любого локально компактного множества $K \subset R^N$ имеет место равенство $\bar{\lambda}(K) = 0$.

Под конец сформулируем две нерешенные задачи из теории квазиинвариантных мер.

З а д а ч а 1. Пусть E — основное базисное множество, а G — некоторая группа преобразований этого множества. Каким необходимым и достаточным условиям должна удовлетворять пара (E,G), чтобы существовало хотя бы одно G-абсолютно неизмеримое подмножество множества E.

Напомним, что множество $X \subset E$ называется G-абсолютно неизмеримым, если для всякой ненулевой σ-конечной G-квазиинвариантной меры μ, заданной в пространстве E, X не является μ-измеримым множеством.

Не решена даже следующая, более частная задача.

З а д а ч а 2. Пусть G — произвольная несчетная группа, рассматриваемая одновременно и как основное базисное множество (на котором G действует слева). Можно ли утверждать, что G содержит в себе хотя бы одно G-абсолютно неизмеримое подмножество?

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

(Поступило 11.2.1983)

მათემატიკა

ა. ხარაზიშვილი

კვაზიინვარიანტული და ინვარიანტული ზომების შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია სხვადასხვა დამოკიდებულება კვაზიინვარიანტული ზომისა და ინვარიანტული ზომის ცნებებს შორის. გამოკვლეულია კავშირი აღნიშნული ტიპის ზომებისა იმ ტოპოლოგიური სივრცეების ბორელის სტრუქტურასთან, რომლებზედაც ეს ზომები მოიცემა. დამტკიცებულია ბორელის ტიპის ინვარიანტული ზომის არსებობა უსასრულოგანზომილებიან სივრცეებში.

MATHEMATICS

A. B. KHARAZISHVILI

ON QUASI-INVARIANT AND INVARIANT MEASURES

Summary

Some relations between the notions of quasi-invariant measure and invariant measure are considered in the paper. The connection of such measures with the Borel structure of those topological spaces on which they are defined is investigated. The existence of an invariant Borel type measure in infinite-dimensional spaces is proved.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 519.81

МАТЕМАТИКА

А. Ш. ЖУЖУНАШВИЛИ

К ВОПРОСУ УСТОЙЧИВОСТИ В ЗАДАЧАХ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 15.3.1983)

В работе рассматриваются вопросы устойчивости по минимальному значению функционала и по решению в задачах математического программирования, в которых множество допустимых планов задано с помощью непрерывного оператора. Приведенные ниже определения и результаты являются обобщениями аналогичных определений и соответствующих результатов из работ [1, 2].

Пусть X и Y — вещественные банаховы пространства. Далее, пусть $T: X \to Y$ и $f: X \to R$ являются соответственно непрерывным оператором и непрерывным функционалом. Через Ω будем обозначать хаусдорфово топологическое пространство с первой аксиомой счетности. Пусть $C \subset X$ и $K \subset Y$—замкнутые множества.

Рассмотрим задачу нахождения

$$\mu(\theta) = \inf_{x \in \Sigma(\theta)} f(x), \tag{1}$$

где через $\Sigma(\Theta)$ обозначено множество

$$\Sigma(\theta) = \{x \in C : Tx \in K\}, \tag{2}$$

а Θ является неким фиксированным элементом из пространства Ω (предполагается, что $\mu(\theta) > -\infty$).

Далее, рассмотрим операторы $T_\omega: X \times \Omega \to Y$ и функционалы $f(x, \omega)$, непрерывно зависящие от $\omega \in \Omega$ и сходящиеся равномерно по x при $\omega \to \theta$ к T (по норме) и f, соответственно. Пространство Ω, операторы T_ω и функционалы $f(x, \omega)$, удовлетворяющие сделанным предположениям, будем называть допустимым возмущением, а задачу нахождения

$$\mu(\omega) = \inf_{x \in \Sigma(\omega)} f(x, \omega), \tag{3}$$

где через $\Sigma(\omega)$ обозначено множество

$$\Sigma(\omega) = \{x \in C : T_\omega x \in K\}, \tag{4}$$

— возмущенной задачей.

Определение 1. Назовем последовательность $\{x^n\}_{n=1}^{\infty} \subset C$ обобщенной точкой множества $\Sigma(\theta)$, если $Tx^n \in U_{\varepsilon_n}(K)$, где $U_{\varepsilon_n}(K)$ является ε_n-окрестностью множества K, $\varepsilon_n > 0$ и $\varepsilon_n \to 0$ при $n \to \infty$.

Обобщенные точки будем обозначать через $\widehat{x}$, а множество всех обобщенных точек — через $\widehat{\Sigma}(\theta)$. Очевидно, что $\mu(\theta) \geqslant \widehat{\mu}(\theta) = \inf\limits_{\widehat{x} \in \widehat{\Sigma}(\theta)} f(\widehat{x})$.

Определение 2. Задача (1), (2) называется устойчивой по минимальному значению функционала (или же μ-устойчивой), если предел $\lim\limits_{\omega \to \theta} \mu(\omega)$ существует для любого допустимого возмушения и имеет место равенство $\lim\limits_{\omega \to \theta} \mu(\omega) = \mu(\theta)$.

Предположим теперь, что существует окрестность W точки θ такая, что при любом $\omega \in W$ множество $\mathfrak{M}_\omega = \{x_\omega^* \in \Sigma(\omega) : f(x_\omega^*, \omega) = \mu(\omega)\} \neq \varnothing$. При $\omega = \theta$ имеем $\mathfrak{M}_\omega = \mathfrak{M}_\vartheta = \{x^* \in \Sigma(\theta) : f(x^*) = \mu(\theta)\}$.

Определение 3. Задачу (1), (2) будем называть устойчивой по решению (или же $\mathfrak{M}$-устойчивой), если

$$\rho(x_\omega^*, \mathfrak{M}_\vartheta) = \inf_{x^* \in \mathfrak{M}_\vartheta} \|x_\omega^* - x^*\|_X \to 0$$

при $\omega \to \theta$ для любого $x_\omega^* \in \mathfrak{M}_\omega$.

Справедливы следующие утверждения.

Теорема 1. *Для всякого допустимого возмущения задачи (1), (2) имеет место неравенство*

$$\lim_{\omega \to \theta} \mu(\omega) \geqslant \widehat{\mu}(\theta).$$

Теорема 2. *Пусть множества допустимых точек возмущенных задач таковы, что для любой точки $x \in \Sigma(\theta)$ существуют точки $x_\omega \in \Sigma(\omega)$, удовлетворяющие условию $\lim\limits_{\omega \to \theta} \|x - x_\omega\|_X = 0$. Тогда имеет место неравенство*

$$\overline{\lim_{\omega \to \theta}} \mu(\omega) \leqslant \mu(\theta). \tag{5}$$

Из этой теоремы легко получается следующее

Следствие. Если указанные в теореме 2 точки x_ω, $\omega \in \Omega$, существуют хотя бы для одного решения x^* задачи (1), (2), то имеет место неравенство (5).

Через $\mathrm{cl}A$ будем обозначать замыкание множества A, а через $\mathrm{int}\, A$ — его внутренность. Справедлива следующая

Теорема 3. *Если задача (1), (2) имеет хотя бы одно решение x^*, принадлежащее к $C \cap cl(T^{-1}(\mathrm{int}\, K))$, то имеет место неравенство* (5).

Из этой теоремы вытекает

Следствие. Если $\mathrm{cl}(T^{-1}(\mathrm{int}\, K)) = T^{-1}(K)$, то имеет место (5).

Нахождение условий, гарантирующих справедливость неравенства (5), интересно тем, что при выполнение этого неравенства из соотношения $\widehat{\mu}(\theta) = \mu(\theta)$ вытекает μ-устойчивость задачи (1), (2); часто проверка этого соотношения намного легче, чем проверка устойчивости. Опираясь на это замечание, можно получить следующий результат.

Теорема 4. *Пусть выполнены условия одного из приведенных выше утверждений, гарантирующих справедливость неравенства (5). Далее, пусть в некоторой топологии пространства X множество $\widehat{\Sigma_\varepsilon}(\theta) = \{x \in C : Tx \in U_\varepsilon(K)\}$ компактно в себе при некотором $\varepsilon = \varepsilon_0 > 0$, множество C замкнуто, оператор T и функционал f непрерывны в той же топологии X. Тогда задача* (1), (2) *μ-устойчива.*

Определение 4. Ограничение $Tx \in K$ будем называть корректным на множестве C, если из $x^n \in C$, $Tx^n \in U_{\varepsilon_n}(K)$, где $\varepsilon_n > 0$, $\varepsilon_n \to 0$ при $n \to \infty$, вытекает, что

$$\rho(x^n, \Sigma(\theta)) = \inf_{x \in \Sigma(\theta)} \|x^n - x\|_X \to 0.$$

Имеет место следующая

Теорема 5. *Пусть ограничение $Tx \in K$ является корректным на множестве C, $f(x)$ равномерно непрерывен на $\widehat{\Sigma}_\varepsilon(\theta)$ при некотором $\varepsilon = \varepsilon_0 > 0$. Тогда $\widehat{\mu}(\theta) = \mu(\theta)$.*

Рассмотрим теперь вопрос устойчивости по решению задачи (1), (2). По аналогии с [1], введем следующее

Определение 5. Последовательность $\{x^n\}_{n=1}^{\infty} \subset X$ будем называть обобщенной точкой минимума для задачи (1), (2), если $\{x^n\}_{n=1}^{\infty} \in \widehat{\Sigma}(\theta)$ и $f(x^n) \to \mu(\theta)$ при $n \to \infty$.

Связь между μ-устойчивостью и $\mathfrak{M}$-устойчивостью задачи (1), (2) выражает следующая

Теорема 6. *Пусть $f(x)$ равномерно непрерывен на множестве $\widehat{\Sigma}_\varepsilon(\theta)$ при некотором $\varepsilon = \varepsilon_0 > 0$, а множество K выпукло. Для того чтобы задача* (1), (2) *была $\mathfrak{M}$-устойчивой, необходимо, а если она μ-устойчива, то и достаточно, чтобы любая обобщенная точка минимума $\{x^n\}_{n=1}^{\infty}$ сходилась ко множеству $\mathfrak{M}_\theta$ при $n \to \infty$.*

Следствие. Пусть точка минимума в задаче (1), (2) единственна. Тогда при выполнении условий теоремы 6 для $\mathfrak{M}$-устойчивости необходимо, а если задача μ-устойчива, то и достаточно, чтобы любая обобщенная точка минимума сходилась по норме к этой точке минимума.

Замечание. Теоремы 1, 5, 6, а также следствия теорем 3 и 6 являются обобщениями результатов, полученных в [1]. Если введем функционалы, определенные соотношениями $\varphi(x, y) = \|Tx - y\|_Y$, $\varphi(x, y, \omega) = \|T_\omega x - y\|_Y$, $f_1(x, y) = f(x)$ и $f_1(x, y, \omega) = f(x, \omega)$ для любых $\omega \in \Omega$ и $y \in Y$, то мы получим задачи с ограничениями типа неравенств и равенств, эквивалентные соответственно (1), (2) и (3), (4):

$$\text{найти } \mu = \inf_{(x,y) \in Q} f_1(x, y), \tag{1'}$$

где

$$Q = \{(x, y) \in C \times K\colon \varphi(x, y) = 0\} \tag{2'}$$

и

$$\text{найти } \mu(\omega) = \inf_{(x,y) \in Q_\omega} f_1(x, y, \omega), \tag{3'}$$

где

$$Q_\omega = \{(x, y) \in C \times K\colon \varphi(x, y, \omega) \leqslant 0\}. \tag{4'}$$

Однако для возмущенных задач (3′), (4′) не удовлетворяются ни условие $\varphi(x, \omega) \leqslant |\varphi(x)|$, которое в [1] требуется при определении допустимых возмущений, ни условия теоремы 6 той же работы; поэтому данное преобразование не дает возможности получить приведенные выше результаты непосредственно из соответствующих результатов работы [1]. Об этом уже говорилось в работе [2].

Академия наук Грузинской ССР
Вычислительный центр
имени Н. И. Мусхелишвили

(Поступило 31.3.1983)

მათემატიკა

ა. ჟუჟუნაშვილი

მდგრადობის საკითხის შესახებ მათემატიკური პროგრამირების ამოცანებში

რეზიუმე

განხილულია მათემატიკური პროგრამირების ამოცანები, რომლებშიც დასაშვებ წერტილთა სიმრავლე მოცემულია უწყვეტი ოპერატორის საშუალებით. მოყვანილია ფუნქციონალის მინიმალური მნიშვნელობის მიხედვით მდგრადობის საკმარისი, ხოლო ამოხსნის მიხედვით მდგრადობის აუცილებელი და საკმარისი პირობები.

MATHEMATICS

A. Sh. ZHUZHUNASHVILI

ON STABILITY IN PROBLEMS OF MATHEMATICAL PROGRAMMING

Summary

The paper considers problems of mathematical programming in which the set of admissible points is given by continuous operators. The necessary and sufficient conditions for stability with respect to the solution, and sufficient conditions for stability with respect to the minimal value of the functional are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. С. Левитин. Вестн. МГУ, матем., мех., № 1, 2, 1968.
2. А. Ш. Жужунашвили. Тезисы докладов конференции молодых математиков. Тбилиси, 1981.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 519.21

МАТЕМАТИКА

З. С. ЗЕРАКИДЗЕ

О СЛАБО РАЗДЕЛИМЫХ И РАЗДЕЛИМЫХ СЕМЕЙСТВАХ ВЕРОЯТНОСТНЫХ МЕР

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 16.3.1983)

При построении состоятельных оценок параметров распределений тех или иных случайных процессов весьма важную роль играет попарная сингулярность вероятностных мер, отвечающих различным значениям параметра. Поэтому большое значение имеет исследование таких семейств вероятностных мер, элементы которых являются попарно сингулярными. Для практических нужд удобно выделить три типа семейств вероятных мер: 1) попарно сингулярные, 2) слабо разделимые, 3) разделимые.

Во избежание неясности напомним, что семейство мер $\{\mu_\theta,\ \theta \in \Theta\}$ называется слабо разделимым, если существует такое семейство измеримых множеств $\{X_\theta,\ \theta \in \Theta\}$, что

$$\mu_\theta(X_{\theta'}) = \begin{cases} 1, & \text{если } \theta = \theta', \\ 0, & \text{если } \theta \neq \theta'. \end{cases}$$

Семейство мер $\{\mu_\theta,\ \theta \in \Theta\}$ называется разделимым, если существует такое семейство измеримых множеств $\{X_\theta,\ \theta \in \Theta\}$, что $X_\theta \cap X_{\theta'} = \varnothing$ при $\theta \neq \theta'$ и $\mu_\theta(X_\theta) = 1$ при $\theta \in \Theta$.

Разделимые семейства особенно хороши тем, что для них легко решается задача о проверке простой гипотезы: можно ли считать на основании наблюдения x, что истинное значение параметра есть θ_0? Если $x \in X_{\theta_0}$, то гипотеза $\Theta = \Theta_0$ принимается, если же $x \overline{\in} X_{\theta_0}$, то гипотеза отвергается. В этом случае очевидно, что вероятность ошибки принятия или отвержения гипотезы равна 0, т. е. гипотеза принимается или отвергается безошибочно.

Поэтому весьма важно уметь в тех или иных конкретных ситуациях строить разделимые семейства вероятностных мер.

В работе [1] с помощью гипотезы континуума показано как можно осуществить переход от слабо разделимого семейства вероятностных мер к разделимому семейству, т. е. показано, что в предположении справедливости гипотезы континуума всякое континуальное слабо разделимое семейство вероятностных мер $\{\mu_\theta,\ \theta \in \Theta\}$ является разделимым.

В настоящей работе доказывается аналогичное утверждение без использования гипотезы континуума, с помощью хорошо известной аксиомы Мартина, которая гораздо слабее, чем гипотеза континуума.

Более того, отрицание гипотезы континуума совместимо с аксиомой Мартина (см. [2]).

Предварительно напомним формулировку аксиомы Мартина: пусть $(E, \leqslant)$ — частично упорядоченное множество.

Будем называть элементы $x \in E$ и $y \in E$ совместимыми, если существует элемент $z \in E$ такой, что $z \leqslant x$ и $z \leqslant y$. Далее, множество $Y \subseteq E$ будем называть коинициальным в E, если для каждого элемента $x \in E$ найдется такой элемент $y \in Y$, что $y \leqslant x$. Будем говорить, что частично упорядоченное множество $(E, \leqslant)$ удовлетворяет условию счетных цепей, если всякое семейство попарно несовместимых элементов этого множества не более чем счетно.

Пусть $(F_i)_{i \in I}$ — некоторое семейство частей множества $(E, \leqslant)$. Множество $G \subseteq E$ будем называть $(F_i)_{i \in I}$-генерическим, если

(1) $x \in G \& y \geqslant x \Rightarrow y \in G$,

(2) $x, y \in G \Rightarrow (\exists z) \ (z \leqslant x \& z \leqslant y \& z \in G)$,

(3) если F_i коинициально в E, то $F_i \cap G \neq \varnothing$.

Теперь аксиома Мартина формулируется следующим образом: если $(E, \leqslant)$ удовлетворяет условию счетных цепей и $(F_i)_{i \in I}$ такое семейство частей множества E, что мощность I меньше мощности континуума, то существует $(F_i)_{i \in I}$-генерическое подмножество E.

При переходе от слабо разделимых семейств вероятностных мер к разделимым основную роль играет следующая лемма.

Лемма. Пусть выполняется аксиома Мартина и пусть (V, ρ) — полное сепарабельное метрическое пространство, наделенное некоторой борелевской вероятностной мерой μ. Если $(X_i)_{i \in I}$ — семейство множеств μ-меры нуль, такое, что мощность I меньше мощности континуума ,то объединение $\bigcup\limits_{i \in I} X_i$ также есть множество μ-меры нуль.

Из сформулированной леммы вытекает следующая теорема.

Теорема. *Если справедлива аксиома Мартина, то всякое слабо разделимое семейство вероятностных борелевских мер, заданных на полном сепарабельном метрическом пространстве, является разделимым.*

Замечание 1. Очевидно, что во всех наших рассуждениях вместо вероятностных мер можно было говорить о семействах σ-конечных мер, так как всякая σ-конечная мера эквивалентна некоторой вероятностной мере.

Замечание 2. В работе [3] построено максимальное семейство попарно сингулярных мер, которое имеет мощность 2^{2^c}, где c — мощность континуума. Это семейство не является слабо разделимым, так как легко доказать, что всякое слабо разделимое семейство мер имеет мощность не более, чем 2^c в этой же работе построено слабо разделимое семейство мер, имеющее мощность, строго большую мощности континуума.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 18.3.1983)

მათემატიკა

ზ. ზერაკიძე

სუსტად განცალებად და განცალებად ალბათურ ზომათა ოჯახის შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში დამტკიცებულია, თუ როდის შეიძლება სუსტად განცალებადი ოჯახიდან გადავიდეთ განცალებად ოჯახზე.

MATHEMATICS

Z. S. ZERAKIDZE

ON WEAKLY SEPARABLE AND SEPARABLE FAMILIES OF PROBABILITY MEASURES

Summary

The feasibility is proved of transition from families of measures having the property of weak separability to families of measures with the property of separability under the condition that Martin's axiom is met.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Ш. Ибрамхалилов, А. В. Скороход. Состоятельные оценки параметров случайных процессов. К., 1980.
2. Т. Йех. Теория множеств и метод Форсинга. М., 1973.
3. А. Б. Харазишвили. Некоторые вопросы функционального анализа и их применение. Тбилиси, 1979.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 513.836

МАТЕМАТИКА

З. Б. ТОДУА

О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ ГРУПП ГОМОЛОГИЙ ДИСТРИБУТИВНОЙ РЕШЕТКИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Берикашвили 8.7.1983)

В данной работе вводятся группы гомологий и когомологий ограниченной дистрибутивной решетки L, основанные на конечных мультипликативных покрытиях, и доказывается изоморфизм этих групп с группами, введенными в [1]. В случае конечного L, на основании этого изоморфизма показана связь между группами, введенными Фолкманом и Рота [2, 3] и группами из [1]. Эта связь в свою очередь дает возможность вычислять эйлерову характеристику $\chi(L)$ дистрибутивной решетки, определенную как знакопеременная сумма рангов групп гомологий из [1], при помощи функций Мебиуса, определенной на некотором частично упорядоченном подмножестве из L. При помощи групп, введенных в [1], дается характеризация: а) размерности дистрибутивных и модулярных решеток; б) конечных плоских дистрибутивных решеток; в) конечных булевых решеток. Вычисляются группы из [1] в случае булевой решетки и свободной дистрибутивной решетки ранга n.

Покрытие α ограниченной дистрибутивной решетки L называется мультипликативным, если $\alpha \cup \{0\}$ является нижней полурешеткой. Пусть L_α обозначает нерв покрытия α, а L_α^0—его подкомплекс, состоящий из симплексов, имеющих вид $x_{i_1}^\alpha > x_{i_2}^\alpha > \cdots > x_{i_p}^\alpha$, $x_{i_p}^\alpha \neq 0$. Вложение $i\colon L_\alpha^0 \subset L_\alpha$ — индуцирует гомоморфизмы $i_*\colon H_p(L_\alpha^0;\ G) \to H_p(L_\alpha;\ G)$ и $i^*\colon H^p(L_\alpha;\ G') \to H^p(L_\alpha^0;\ G')$. Используя теорему Зимана (см. [4], стр. 619), легко установить, что i_* и i^* является изоморфизмами.

Для L рассмотрим все мультипликативные покрытия. Эта система конфинальна в системе всех покрытий и направлена. При $\alpha < \beta$, где α и β—мультипликативные покрытия, определим симплициальное отображение $\pi_\alpha^\beta\colon L_\beta \to L_\alpha$ следующим образом: если $x \in \beta$, то пусть $\pi_\alpha^\beta(x)$ нижняя грань всех тех $y \in \alpha$, для которых $y > x$. Очевидно, что π_α^β—симплициальное отображение и $\pi_\alpha^\beta(L_\beta^0) \subset L_\alpha^0$.

Если мультипликативные покрытия α, β, γ такие, что $\alpha < \beta < \gamma$, то π_α^γ и композиция $\pi_\alpha^\beta \circ \pi_\beta^\gamma$, рассмотренные на подкомплексах L_γ^0, хотя не симплициально близкие, но являются абстрактно гомотопными; поэтому имеем равенство $\pi_{\alpha*}^\gamma = \pi_{\alpha*}^\beta \circ \pi_{\beta*}^\gamma\colon H_p(L_\gamma^0;\ G) \to H_p(L_\alpha^0;\ G)$ и аналогичное равенство для когомологий. Таким образом получаем обратные и прямые спектры групп: $\{H_p(L_\alpha;\ G);\ \pi_{\beta_*}^\alpha\}$, $\{H_p(L_\alpha^0;\ G),\ \overline{\pi}_{\beta_*}^\alpha\}$ и $\{H^p(L_\alpha;\ G'),\ \pi_\beta^{*\alpha}\}$, $\{H^p(L_\alpha^0;\ G'),\ \pi_\beta^{*\alpha}\}$.

Обозначим $H_p^0(L; G) = \varprojlim\{H_p(L_\alpha^0; G); \pi_{\beta*}^\alpha\}$, $H_0^p(L; G') = \varinjlim\{H^p(L_\alpha^0; G'), \pi_\beta^{*\alpha}\}$ и будем называть их упорядоченными группами гомологий и когомологий ограниченной дистрибутивной решетки. Эти группы в случае, когда L есть решетка всех открытых подмножеств топологического пространства, совпадают с группами, введенными П. С. Александровым в [5]. Очевидно пределы остальных двух спектров изоморфны группам $H_p(L;\ G)$ и $H^p(L;\ G')$, соответственно введенным в [1]. Все вышесказанное показывает, что верна

Теорема 1. $H_p(L;\ G) \approx H_p^0(L;\ G)$ *и* $H^p(L;\ G') \approx H_0^p(L;\ G')$.

Обозначим через e такое покрытие конечной дистрибутивной решетки L, что e вписано в любое другое покрытие L (такое покрытие существует ввиду конечности L) и через $\bar{e}$ нижнюю полурешетку, порожденную элементами покрытия e. Для частично упорядоченного множества $Q = e \cup \{1\}$, $Q \subset L$ рассмотрим группу гомологий $H_p(Q;\ G)$, введенную Фолкманом в [2] и Рота [3]. Из теоремы 1 получаем

Следствие 1. $H_p(L;\ G) \approx H_p(Q;\ G)$.

Следствие 2. Пусть $\chi(L)$—эйлерова характеристика конечной дистрибутивной решетки L. $E = \mu(0,1)+1$ эйлерова характеристика ограниченной полурешетки θ. Тогда справедливо равенство

$$\chi(L) = \mu(0,1)+1 = E.$$

Имеет место

Теорема 2. *Конечная дистрибутивная решетка L является плоской тогда и только тогда, когда всякая подрешетка L', $L' \subset L$, имеет группу гомологий, равную*

$$H_p(L';\ \mathbb{Z}) = \begin{cases} \mathbb{Z} \text{ или } \mathbb{Z}\oplus\mathbb{Z}, & \text{когда } p=0, \\ 0, & \text{когда } p>0. \end{cases}$$

Справедлива следующая

Теорема 3. *Конечная дистрибутивная решетка B является булевой тогда и только тогда, когда всякая подрешетка A, $A \subset B$, которая порождается тремя неразложимыми элементами, имеет нульмерную группу гомологий $H_0(A;\ \mathbb{Z})$, отличную от $\mathbb{Z}$ и $\mathbb{Z}\oplus\mathbb{Z}$.*

Справедлива

Теорема 4. *Пусть B — конечная булева решетка; тогда*

$$H_p(B;\ G) = \begin{cases} \overbrace{G\oplus G\oplus \cdots \oplus G}^{n}, & \text{когда } p=0, \\ 0, & \text{когда } p>0, \end{cases}$$

где n есть число атомов в B. Если B произвольная булева решетка, то

$$H^p(B;\ G) = \begin{cases} 0, & \text{когда } p>0, \\ \mathrm{Hom}_{Top}(P(B);\ G), & \text{когда } p=0, \end{cases}$$

где $P(B)$ есть пространство простых идеалов булевой решетки B.

Из теоремы 4 получаем

Следствие 3. Длина максимальной цепи конечной булевой решетки B равна рангу группы $H_0(B;\ \mathbb{Z})$.

Если в теореме 4 вместо группы коэффициентов G возьмем $\mathbb{Z}_2$, получим

Следствие 4. $H^0(B;\ \mathbb{Z}_2) = B$.

Из следствия 4 в свою очередь вытекает

Следствие 5. Гомоморфизм $f: B \twoheadrightarrow B'$ булевых решеток является изоморфизмом тогда и только тогда, когда индуцированный гомоморфизм $f^*: H^0(B; \mathbb{Z}_2) \twoheadrightarrow H^0(B_1; \mathbb{Z}_2)$ групп когомологий над группами коэффициентов $\mathbb{Z}_2$ является изоморфизмом.

Пусть $F_D(n)$—свободная дистрибутивная решетка ранга n (см. [6]). Тогда справедлива

Теорема 5. *$F_D(n)$ имеет ту же группу гомологий, что и $(n-2)$-мерная сфера S^{n-2}.*

Душник и Миллер в [7] ввели понятие размерности частично упорядоченного множества. При помощи этого понятия Бейкер, Фишборн и Робертс в [8] охарактеризовали конечные плоские решетки, а в [9] Вилле дал характеризацию плоских модулярных решеток. Характеризацию размерности конечной дистрибутивной решетки дал Бейкер в [10]. В следующих теоремах при помощи групп гомологий дается характеризация размерности.

Теорема 6. *Дистрибутивная решетка L имеет размерность $\leqslant n$ тогда и только тогда, когда она не содержит конечную подрешетку L', группа гомологий которой равна*

$$H_p(L'; \mathbb{Z}) = \begin{cases} \overbrace{\mathbb{Z} \oplus \mathbb{Z} \oplus \cdots \oplus \mathbb{Z}}^{n+1}, & \textit{когда } p = 0, \\ 0, & \textit{когда } p > 0. \end{cases}$$

Элемент a из L называется неприводимым, если из $b_1, c_1 < a$ следует $b_1 \vee c_1 < a$ и из $a < b_2, c_2$ следует $a < b_2 \wedge c_2$. Пусть $X(L)$ подмножество в L, элементами которого служат приводимые элементы.

Теорема 6 вместе с теоремой 5 из [9] показывает, что верна

Теорема 7. *Модулярная решетка M имеет размерность $\leqslant 2$ тогда и только тогда, когда решетка $X(M)$ дистрибутивна и всякая ее конечная подрешетка L', $L' \subset X(M)$ имеет группу гомологий, не равную*

$$H_p(L'; \mathbb{Z}) = \begin{cases} 0, & \textit{когда } p > 0, \\ \mathbb{Z} \oplus \mathbb{Z} \oplus \mathbb{Z}, & \textit{когда } p = 0. \end{cases}$$

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

(Поступило 1.9.1983)

მათემატიკა

ზ. თოდუა

დისტრიბუციული მესერების ჰომოლოგიის ჯგუფთა ზოგიერთი თვისების შესახებ

რეზიუმე

დამყარებულია კავშირი [2] და [3]-ში შემოტანილ ჯგუფებსა და [1]-ში შემოტანილ ჯგუფებს შორის. ეს კავშირი გვაძლევს საშუალებას გამოვთვალოთ ეილერის მახასიათებელი $\chi(L)$ მებიუსის ფუნქციის საშუალებით,

რომელიც განსაზღვრულია L-ის გარკვეულ ნაწილობრივ დალაგებულ ქვესიმრავლეზე. [1]-ში შემოტანილი ჯგუფების დახმარებით მოცემულია დახასიათებანი: ა) დისტრიბუციული მესერების განზომილებებისა (n-განზომილებაში) და მოდულარული მესერებისა (2-განზომილებაში); ბ) სასრული ბრტყელი დისტრიბუციული მესერებისა; გ) სასრული ბულის ალგებრებისა. გამოთვლილია ჯგუფები [1]-დან ბულის ალგებრებისა და n რანგის თავისუფალი დისტრიბუციული მესერისათვის.

MATHEMATICS

Z. B. TODUA

ON SOME PROPERTIES OF HOMOLOGY GROUPS OF A DISTRIBUTIVE LATTICE

Summary

A relationship has been established between the groups introduced in [2], [3] and those from [1]. This relationship allows to calculate the Euler characteristic $\chi(L)$ by means of the Möbius function defined on some partially ordered subset of L. With the help of the groups introduced in [1] the characterizations are given of: a) dimension of distributive (in dimension n) and modular (in dimension 2) lattices, b) finite plane distributive lattices; c) finite Boolean lattices. In the case of a Boolean lattice and a free lattice of rank n the groups from [1] are calculated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. З. Б. Тодуа. Сообщения АН ГССР, 102, № 3, 1981.
2. J. Folkman. J. Math. Mech., 15, № 4, 1966, 631-636.
3. G. C. Rota. Z. Wahrsheinlichkeitstheor. und verw. Geb., 2, № 4, 1964, 340-368.
4. E. G. Zeeman. Proc. London Math. Soc., vol. XII, № 48, 1962.
5. П. С. Александров. Учен. зап. Моск. гос. ун-та, вып. 45, 1940.
6. Г. Гретцер. Общая теория решеток. М., 1982.
7. B. Dushnik, E. W. Miller. Amer. J. Math., 63, 1941, 600-610, MR, 3, 73.
8. K. Baker, P. Fishburn, F. Roberts. Rand. Corp., 1970.
9. R. Wille. Proc. Amer. Math. Soc., 43, 1974, 287-292.
10. K. Baker. Honors Thesis, Harvard University, Cambridge, Mass., 1961.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 539.3

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Н. П. ФЛЕЙШМАН, И. А. ЗОНЕНАШВИЛИ, А. Г. ЗИНЕВИЧ

ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ ПЛАСТИН С ТОНКИМИ РЕБРАМИ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 3.11.1982)

Задача управления полем напряжений в элементах конструкций является актуальной задачей современного машиностроения и точного приборостроения. В связи с этим здесь предлагается решение одной обратной плоской задачи.

Упругая изотропная (или анизотропная) пластинка постоянной или переменной толщины подкрепляется вдоль своей внешней (или внутренней) границы L тонким предварительно продеформированным упругим изотропным ребром (кольцом) переменного сечения.

Условия полного механического контакта (спая) пластинки с ребром можно записать в виде

$$U(\sigma)\delta_1 - \Phi(\sigma) + C_3/\rho = -2\mu R\delta_1(v_n/\rho + dv_\tau/ds) \tag{1}$$

$$2\mu R\left(\frac{d^2}{ds^2}+\frac{1}{\rho^2}\right)v_n = [i\sigma V'(\sigma) - k(\sigma)U(\sigma)]/|\omega'(\sigma)| - $$
$$- (R^2\delta_2)^{-1}[\rho(\Phi - f_1 - F_2) - C_3]. \tag{2}$$

Здесь

$$\Phi(\sigma) = f_1 + F_2 + i\rho^{-1}\int_1^\sigma (f_2 - F_1)|\omega'(\sigma)|\sigma^{-1}d\sigma,$$

$\omega(\sigma)$ — функция, отображающая контур L на единичную окружность; $v\equiv v(s) = v_n + iv_\tau$ — вектор упругих перемешений, которые необходимо предварительно сообшить точкам оси L_p ребра для его соединения с пластинкой в связи с тем, что L_p несколько отличается от L; v_n и v_τ — соответстве нно прсекции этого вектора на внешнюю нормаль и касательную к L. Для остальных величин сохранены обозначения статей [1, 2]. Функции U, V, F_1, F_2, зависящие от заданного напряженно-деформированного состояния пластинки, известны. Функции $f_1 = f_1(\sigma)$, $f_2 = f_2(\sigma)$ известным образом выражаются через заданную внешнюю нагрузку. Константа C_3 подлежит определению. Относительная жесткость ребра на изгиб δ_2 также считается заданной функцией дуги S на L. В силу тонкости ребра и малости упругих перемещений в дальнейшем ось ребра отождествляестя с контуром L.

Предполагается, что для предварительной деформации ребро нагружается лишь нормальными усилиями интенсивности $q(s)$. Из условия отсутствия касательной нагрузки следует, что [3]

$$\delta_1(v_n/\rho + dv_\tau/ds) = C = \text{const}, \tag{3}$$

$$q(s) = 2\mu Rh\left\{C/\rho + R^2\left(\frac{d^2}{ds^2}+\frac{1}{\rho^2}\right)\left[\delta_2\left(\frac{d^2}{ds^2}+\frac{1}{\rho^2}\right)v_n\right]\right\}. \qquad (4)$$

Путем интегрирования уравнения (3) находятся компоненты $v_\tau(s)$, а из условия их однозначности на L определяется правая часть условия (1):

$$C = \left(\int_0^l \rho^{-1} v_n ds\right) / \int_0^l \delta_1^{-1} ds. \qquad (5)$$

Через $\rho(s)$ обозначен переменный радиус кривизны замкнутого контура L длины l. Формула (4) определяет нормальную нагрузку, которую необходимо приложить к ребру для его предварительной деформации.

Обратная задача ставится так: для заданного ребра, подкрепляющего внешний или внутренний край пластинки, требуется определить начальные (порядка упругих перемещений) нормальные смещения v_n точек его оси и приведенную жесткость на растяжение δ_1, которые при заданной нагрузке обеспечивают в пластинке заданное поле напряжений.

Для решения этой задачи интегрируем обыкновенное дифференциальное уравнение (2) и выражаем перемещения $v_n(s)$ через пока неизвестную константу C_3 и две произвольные постоянные интегрирования. Последние определяются из условий периодичности функции v_n и ее производной. В конечном итоге имеем

$$v_n = \Phi_1(s) + C_3\Phi_2(s), \qquad (6)$$

где Φ_1, Φ_2 — известные функции на L.

Путем несложных преобразований из уравнений (1), (6), (5) определяются постоянные C_3 и C в виде

$$C_3 = 2\mu R^2(\beta_4 C - \beta_1)/\beta_2,$$
$$C = (\beta_0 + \beta_1 - \beta_5)/(\beta_3 + \beta_4). \qquad (7)$$

Здесь

$$\beta_0 R = \int_0^l \Phi_2\Phi ds, \quad \beta_1 R = \int_0^l \rho^{-1}\Phi_1 ds,$$

$$\beta_2 = 2\mu R\int_0^l \Phi_2\rho^{-1} ds, \quad \beta_3 = 2\mu\int_0^l \Phi_2 ds, \qquad (8)$$

$$\beta_4 R = \int_0^l \delta_1^{-1} ds, \quad \beta_5 R = \int_0^l \Phi_2 U\delta_1 ds, \qquad (9)$$

После подстановки (7) в (1) с учетом (3) выводим

$$\delta_1(\theta) = 2\mu R^2[\varphi_*(\theta) + A_*(\theta)]/(\beta_2\rho U), \qquad (10)$$

где

$$A_*(\theta) = A(\beta_4 R + \beta_2\rho)/(\beta_4 R + \beta_2\rho_0)$$
$$A = [\beta_2\rho_0 U_0\delta_1(0)/(2\mu R^2) - \varphi_*(0)],$$
$$\varphi_*(\theta) = \beta_1 + \beta_2\rho\Phi/2\mu R^2, \quad U_0 = U(1), \quad \rho_0 = \rho(0).$$

Неизвестные числа $\delta_1(0)$, β_4, β_5 определяются из (10) при $\Theta=0$ и из (9). Но поскольку второе уравнение (9) удовлетворяется тождественно, одно из этих чисел, например $\delta_1(0)>0$ или $\beta_4>0$ может быть задано, вообще говоря, произвольно.

В частности, если L — окружность радиуса R, то $\rho=R$, $A_*(\theta)=A$, $\beta_2=\beta_3$, $\delta_1(0)$ — произвольное число и

$$\delta_1=[\Phi-\Phi(0)+U_0\delta_1(0)]/U(\sigma). \tag{11}$$

Для иллюстрации полученного решения обратной задачи приводятся два примера.

Пример 1. Круглая пластинка постоянной толщины h и радиуса R подкреплена вдоль границы тонким ребром и нагружена нормальными растягивающими напряжениями интенсивности $p_0=\text{const}$ на симметричных участках границы $-\alpha\leqslant\theta\leqslant\alpha$ и $(\pi-\alpha)\leqslant\theta\leqslant(\pi+\alpha)$. Желательно, чтобы поле напряжений в пластинке было таким: $\sigma_x=\sigma_y=p=\text{const.}$, $\tau_{xy}=0$. В этом случае при $\delta_2=\text{const}$ и произвольном $\delta_1(0)$ из (11), (6) и (7) получаем

$$\delta_1(\theta)=\delta_1(0)=\text{const},\ v_n=R\,[pK/2\mu-p_0\psi(\theta)/4\mu\delta_2], \tag{12}$$

где

$$\psi(\theta)=\begin{cases}\theta\sin\theta\cos\alpha-(\pi/2-\alpha)\sin\alpha\cos\theta+2\cos\alpha\cos\theta, & (0\leqslant\theta\leqslant\alpha)\\ \alpha\sin\theta\cos\alpha-(\pi/2-\theta)\sin\alpha\cos\theta-2\sin\alpha\sin\theta+2, & (\alpha\leqslant\theta\leqslant\pi/2)\end{cases}$$

$$K=[\delta_2(p_0-p)+p_0\delta_1(1-2\alpha/\pi)]/p(\delta_1+\delta_2)\delta_2-(\varkappa-1)/2.$$

На остальных участках границы функция v_n принимает значения, вытекающие из условий симметрии задачи относительно соответствующих осей. Перемещения v_n считаются положительными, когда они направлены от центра ребра.

В частности, для того чтобы напряжения в пластинке вообще отсутствовали ($p=0$) из (12) определяются предварительные перемещения v_n которые полностью компенсируют действие внешней нагрузки на пластинку.

Пример 2. Прямоугольная пластинка постоянной толщины испытывает двухосное растяжение напряжениями

$$\sigma_x=p_0=\text{const},\ \sigma_y=q_0=\text{const},\ \tau_{xy}=0. \tag{13}$$

Край круглого отверстия радиуса R пластинки подкрепляется предварительно деформированным тонким кольцом постоянного сечения, к которому приложены внешние растягивающие напряжения p. Желательно, чтобы в перфорированной пластинке сохранилось неизменным напряженное состояние (13). В этом случае при $\delta_2=\text{const}$ и произвольном $\delta_1(0)$ из (11), (6) и (7) имеем

$$\delta_1(\theta)=\frac{(q_0-p_0)(\cos2\theta-1)+\delta_1(0)\,[(\varkappa-1)(p_0+q_0)+2(q_0-p_0)]}{2(q_0-p_0)\cos2\theta+(\varkappa-1)(p_0+q_0)}, \tag{14}$$

$$2\mu v_n/R=[1+3(\delta_2-\delta_1)]\,[(q_0-p_0)/6\delta_2]\cos2\theta+$$
$$+[(p_0+q_0)/2-p]/(\delta_1+\delta_2)-(p_0+q_9)(\varkappa-1)/4.$$

Если, в частности, принять $\delta_1(0)=0{,}5$, получаем $\delta_1(\theta)\equiv0{,}5$, т. е. ребро имеет постоянное сечение.

Полученное решение (14) сохраняет, очевидно, силу и в том случае, когда пластинка ослаблена несколькими произвольно расположенными круглыми отверстиями различных радиусов.

Тбилисский государственный университет

Львовский государственный университет

(Поступило 4.11.1982)

დრეკადობის თეორია

ნ. ფლეიშმანი, ი. ზონენაშვილი, ა. ზინევიჩი

შებრუნებული ამოცანები თხელი სიხისტის წიბოებით გამაგრებული ფირფიტებისათვის

რეზიუმე

დრეკადი იზოტროპული ან ანიზოტროპული ფირფიტის საზღვარი გამაგრებულია წინასწარდეფორმირებული ცვლადი სიხისტის წიბოთი. მოცემული დატვირთვების შემთხვევაში უნდა განისაზღვროს სიხისტის წიბოს ღერძის წერტილების ისეთი გადაადგილება, რომელიც უზრუნველყოფს ფირფიტაში წინასწარ განსაზღვრული სახის დაძაბულობის ველს. განხილულ ამოცანას ყოველთვის აქვს ამოხსნა.

ზოგიერთ კერძო შემთხვევაში ამოცანა ამოხსნილია ცხადი სახით.

THEORY OF ELASTICITY

N. P. FLEISHMAN, I. A. ZONENASHVILI, A. G. ZINEVICH

INVERSE PROBLEMS FOR PLATES WITH THIN RIBS

Summary

The solution of an inverse plane problem is proposed. The problem consists in the following.

An elastic isotropic (or anisotropic) plate of constant or variable thickness is strengthened along its boundary with a thin, preliminarily strained elastic isotropic rib with prescribed flexural rigidity. We are to determine the rigidity of the rib tension and the initial (of the order of elastic displacements) normal shifts of its axial points which, at a given load, ensure a given stress field in the plate.

For two particular examples the solution is obtained in analytical form, the rib having a constant secton.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. П. Флейшман, Ж. В. Старовойтенко. Прикл. мех., т. III, вып. 12, 1967.
2. Н. П. Флейшман, Ж. В. Старовойтенко. Сопр. матер. и теория сооруж. Киев, вып. 22, 1974, 97—103.
3. Д. Г. Хлебников. Збірник, робіт, аспірантів. ЛДУ, Львов, 1963, 41—46.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲑᲔ, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 519.216.3

КИБЕРНЕТИКА

З. Е. КРУАШВИЛИ, Я. С. КРАСИКОВ, А. П. БЕЛОУСОВ, В. Ф. ГЕКОВ

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИТЕРАЦИОННЫХ ПРОЦЕДУР ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫЯВЛЕНИЯ ЗАЛПОВЫХ СБРОСОВ И ИЗМЕНЕНИЙ ХАРАКТЕРА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД В ВОДОТОКЕ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 22.13.1982)

Изменение характера загрязнения или возникновение залпового сброса приводит к резкому изменению статистических характеристик показателей качества вод. Время перехода статистических характеристик на новый уровень не превышает одного часа при удалении контрольного створа от точки сброса до 10 км [1]. В то же время в условиях нормальной эксплуатации автоматизированных систем контроля частота измерений по экономическим соображениям не превышает 12 измерений в сутки [2]. Следовательно, новый уровень аномалий процессов, вызванных антропогенными факторами, может быть выявлен по результатам двух соседних измерений. В данном случае задача выявления залповых сбросов и изменений характера загрязнения может быть поставлена следующим образом.

Пусть водный объект описывается линейным уравнением

$$y[k] = h^T[k]\, x[k], \tag{1}$$

где $y[k]$—скалярный выход объекта (контролируемый показатель качества вод); $x[k]$—N-мерный вектор входов; $h[k]$—N-мерный вектор параметров; k—дискретное время (такт измерений); т—знак транспонирования. Обозначив $\varepsilon[k-i]=y[k-i]-M\{y[k-i]\}$, $i=0, 1$ (M—символ математического ожидания), запишем соответствующие залповому сбросу и изменению характера загрязнения условия:

$$P\{|\varepsilon[k-i]|<\delta(\varepsilon[k-i])\}<1-\alpha, \quad i=0,\ 1, \tag{2}$$

$$\operatorname{sign}\varepsilon[k-1]=\operatorname{sign}\varepsilon[k], \tag{3}$$

где P — символ вероятности; α — уровень значимости, определяемый задаваемой вероятностью $p=1-\alpha$; $\delta(\varepsilon[k-i])$—пороговые значения ε для тактов $[k-1]$ и k соответственно.

Необходимо получить условия, позволяющие выявить залповые сбросы и изменения характера загрязнения, в которых ε и δ могут быть оценены по текущим значениям y и x.

Нахождение пороговых значений δ при самых общих предположениях относительно статистических характеристик ε является сложной в практическом отношении задачей. В частном случае, когда ε распределено нормально и имеет дисперсию σ^2, δ может быть найдено достаточно просто.

Выразив случайную величину δ в долях среднего квадратического отклонения σ:

$$\delta(\varepsilon[k-i]) = t\sigma[k-i], \quad i=0,\ 1, \tag{4}$$

вероятность попадания ε в интервал $[-\delta,\delta]$ можно записать в виде

$$P\{|\varepsilon[k-i]|<t\sigma[k-i]\}=\Phi(t),\quad i=0,\ 1, \tag{5}$$

где $\Phi(t)$ — функция Лапласа.

Выражение (5) определяет граничное условие отсутствия залпового сброса и изменения характера загрязнения и, следовательно, t может быть определено из уравнения

$$\Phi(t)=1-\alpha, \tag{6}$$

а соответствующие залповому сбросу или изменению характера загрязнения условия могут быть записаны в виде

$$|\varepsilon[k-i]|>t\sigma[k-i],\quad i=0,\ 1, \tag{7}$$

$$\operatorname{sign}\varepsilon[k-1]=\operatorname{sign}\varepsilon[k]. \tag{8}$$

Для оценивания дисперсии σ^2 можно воспользоваться итерационной процедурой экспоненциального сглаживания $(r_i\leqslant 0{,}064)$

$$S^2[k-i]=(1-r_i)\,S^2[k-2]+r_i\varepsilon^2[k-i],\quad i=0,\ 1, \tag{9}$$

где $S^2[k-i]$—оценка дисперсии $\sigma^2[k-i]$; r_i—параметр сглаживания, учитывающий нестационарность контролируемого показателя качества вод.

Математическое ожидание $M\{y[k-i]\}$ может быть оценено с помощью линейной модели

$$y^*[k-i]=c_i^T[k-2]\,x[k-i],\ i=0,1, \tag{10}$$

где $y^*[k-i]$—оценка математического ожидания $M\{y[k-i]\}$, $c_i[k-2]$—оценка вектора параметров $h[k-i]$, полученная в $[k-2]$-м такте. Для уточнения оценок $c_i[k]$ можно использовать одношаговый рекурентный алгоритм [3]:

$$c_i[k]=c_i[k-1]+\frac{y[k]-y^*[k]}{\gamma_i+x^T[k]\,x[k]}\,x[k],\quad i=0,\ 1, \tag{11}$$

где γ_i — коэффициент, учитывающий влияние помех $(0\leqslant\gamma_i\leqslant N)$. Алгоритм (11) отличается небольшим количеством вычислений, необходимых для уточнения оценок $c_i[k]$ при получении новых измерений, а опыт его применения для оценивания выхода водного объекта [4] свидетельствует о помехозащищенности и достаточно быстрой сходимости.

Таблица 1

Показатель	Эмпирические значения критерия согласия $\chi_э^2$		Теоретические значения критерия согласия χ_T^2	
	такт $[k-1]$	такт $[k]$	такт $[k-1[$	такт $[k[$
Температура	5,5	7,1	15,1	15,1
pH	3,4	13,0	15,1	15,1
Eh	9,1	4,1	11,3	11,3
Мутность	8,5	7,5	11,3	11,3
Электропроводность	10,4	6,6	11,3	11,3

Эффективность использования итерационных процедур для выявления залповых сбросов и изменений характера загрязнения вод в водотоке проверялась на натурных данных, содержащих значения пяти показателей качества вод: температуры, активности водородных ионов — *pH*, окислительно-восстановительного потенциала — *Eh*, мутности, электропроводности. Использовались результаты 140 измерений, выполненных с периодом два часа. Для оценивания выхода объекта применялись одношаговый алгоритм, использующий автоматическое центрирование [5], и «рабочая» модель [4], имеющая глубину памяти, равную пяти.

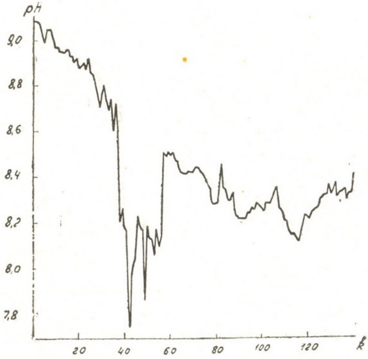


Рис. 1

На первом этапе моделирования проверялась гипотеза о нормальном законе распределения случайной величины ε. Результаты первого этапа сведены в табл. 1. Для всех показателей качества вод теоретические значения критерия согласия χ_T^2 больше эмпирических $\chi_э^2$, что подтверждает обоснованность допущения о нормальном законе распределения ε.

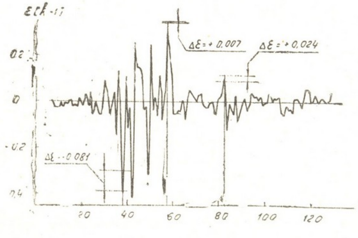


Рис. 2

На втором этапе моделирования рассматривалось использование итерационных процедур на примере автоматического выявления залпа по показателю *pH*, изменение во времени которого представлено на рис. 1. Началу залпа соответствует такт измерения $k=38$, окончанию — такт измерения $k=57$. На рис. 2 приведена зависимость $\varepsilon[k-1]$ во времени и даны разности $\Delta\varepsilon[k-1]=\varepsilon[k-1]-tS[k-1]$, соответствующие тактам измерений в которых выполняется условие (7). Основные результаты второго этапа представлены в табл. 2. Графы таблицы, соответствующие $\Delta\varepsilon[k-1]$ и $\Delta\varepsilon[k]$, заполнены только для тактов, в которых выполняется условие (7).

Таблица 2

Номера тактов	...	38	39	...	57	58	...	82	83	...
$\varepsilon\,[k-1]$	...	—0,389	0,112	...	0,348	0,187	...	0,116	—0,121	...
$tS\,[k-1]$	...	0,308	0,573	...	0,341	0,550	...	0,092	0,171	...
$\Delta\varepsilon\,[k-1]$	...	—0,081		...	0,007		...	0,024		...
$\varepsilon\,[k]$	...	—0,410	—0,457	...	0,341	0,430	...	0,182	0,182	...
$tS\,[k]$	...	0,231	0,284	...	0,392	0,408	...	0,159	0,275	...
$\Delta\varepsilon\,[k]$	...	—0,179	—0,170	...		0,022	...	0,023		...
sign $\varepsilon\,[k-1]$	...	—		...	+		...	+		...
sign $\varepsilon\,[k]$	...		—	...		+	...			...

Результаты моделирования подтверждают приемлемость использования итерационных процедур для целей автоматического выявления залповых сбросов и изменений характера загрязнения вод в водотоке.

Всесоюзный научно-исследовательский
и проектный институт
аналитической техники
НПО «Аналитприбор»
г. Тбилиси

Гидрохимический институт
г. Ростов-на-Дону

(Поступило 24.12.1982)

კიბერნეტიკა

ზ. ყრუაშვილი, ი. კრასიკოვი, ა. ბელოუსოვი, ვ. გეკოვი

წყალგამტარებში ერთიან ჩატყორცნათა და გაჭუჭყიანების ხასიათის ავტომატური გამოვლენა იტერაციული პროცედურების გამოყენებით

რეზიუმე

აგებულია წყალგამტარებში ერთიან ჩატყორცნათა და გაჭუჭყიანების ხასიათის ავტომატური გამოვლენის პირობები იტერაციული პროცედურების გამოყენებით.

CYBERNETICS

Z. E. KRUASHVILI, Y. S. KRASIKOV, A. P. BELOUSOV, V. F. GEKOV

ON THE USE OF ITERATION PROCEDURES FOR AUTOMATIC DETECTION OF IMMEDIATE DISCHARGES AND CHANGES OF THE WATER POLLUTION CHARACTER IN A WATERCOURSE

Summary

Conditions for revealing immediate discharges and changes in the character of water pollution are constructed, using the iteration evaluation procedures. The efficiency of the conditions obtained has been verified by computer simulation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. И. Зиньков, А. П. Сибилев. Гидрохимические материалы, т. 63, 1976, 92—99.
2. В. Б. Страдомский. Гидрохимические материалы, т. 73, 1979, 3—8.
3. Н. С. Райбман, В. М. Чадеев. Построение моделей процессов производства. М., 1975.
4. Я. С. Красиков, О. Г. Котрикадзе. Научные труды ГПИ, № 5 (250), 1982, 111—114.
5. Ю. Б. Лоц. Автоматика и телемеханика, № 1, 1978, 53—59.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 537.3

ФИЗИКА

Я. З. ДАРБАИДЗЕ, Л. А. СЛЕПЧЕНКО, Ю. В. ТЕВЗАДЗЕ

АВТОМОДЕЛЬНОСТЬ В (n_γ, n_c)-КОРРЕЛЯЦИЯХ ПРИ ПРЕДЕЛЕ БОЛЬШОГО ЧИСЛА КОРРЕЛИРОВАННЫХ КОМПОНЕНТ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. С. Амаглобели 18.11.1982)

Данные по зависимости ассоциативной множественности фотонов $\langle n_\gamma(n_c)\rangle$ от n_c множественности заряженных частиц [1], измеренные недавно на SPS *CERN* в $p\bar{p}$-взаимодействиях при энергии $\sqrt{s}=$ 540 ГэВ, подтверждают гипотезу о рождении большого числа коррелированных адронных систем [2—4]. Согласно этой гипотезе имеет место автомодельное соотношение

$$\langle n_\gamma(n_c)\rangle \,|\, \langle n_\gamma\rangle = L_\nu(z_c,\ \nu), \tag{1}$$

где L_γ—функция от $z_c = n_c \,|\, \langle n_c\rangle$ и ν—числа коррелированных адронных систем, рожденных в реакции $a+b\to n_1+\cdots+n_\nu$. Здесь $n_1=n_\gamma,\ n_2=n_c$.

В настоящей работе анализируется зависимость L_γ от z_c и ν в широком интервале энергии $\sqrt{s}=(3—540)$ ГэВ [1, 5] на основе модели многомерного KNO-скейлинга [2, 6, 7], полученного в рамках метода ренорм-группы [8] и статистической модели [9]. Показана независимость L_γ от ν выше $\sqrt{s}=8$ ГэВ.

Идея о существовании многомерного KNO-скейлинга [10] и поиск [7] явного вида соответствующей функции на основе решения системы ренорм-групповых уравнений [8] привели к формуле

$$\left(\prod_{i=1}^{\nu}\langle n_i\rangle\right)\sigma(n_1,\ldots,n_\nu)/\sigma_{in} = b\,t^{a-\nu}\exp\left[-(a/\nu)t\right], \tag{2}$$

где $t=\sum_{i=1}^{\nu} z_i$; $\sigma(n_1,\ldots,n_\nu)$ и σ_{in} — неупругие сечения для реакций $a+b\to n_1+\cdots+n_\nu$ и $a+b\to X$, соответственно; a и b—нормировочные параметры, задаваемые условиями нормировки

$$\sum_{n_1,\cdots,n_\nu}\sigma(n_1,\ldots,n_\nu)=\sigma_{in},$$

$$\sum_{i,j=1}^{\nu}(D_{ij}/\langle n_i\rangle\langle n_j\rangle)=\nu^2/a,\quad (D_{ij}=\langle n_i n_j\rangle-\langle n_i\rangle\langle n_j\rangle).$$

Из (2) непосредственно вытекает [2, 7]

$$L_\gamma(z_c,\ \nu) = z\Psi(\nu,\ a+1,\ (a|\nu)z_c)/\Psi(\nu-1,\ a,\ (a|\nu)z_c), \tag{3}$$

где Ψ — вырожденная гипергеометрическая функция.

В пределе $\nu \gg 1$ имеем

$$L_\gamma (z_c, \nu \gg 1) = c (z_c | a)^{1/2} K_a (2 \sqrt{a z_c}) / K_{a-1} (2 \sqrt{a z_c}), \tag{4}$$

где K_a—модифицированная функция Бесселя; c—нормировочный параметр.

Результаты анализа экспериментальных данных по (n_γ, n_c)-корреляциям в $\pi^- p$, pp и $p\bar{p}$-взаимодействиях [1, 5] в интервале энергии $\sqrt{s} = (3 \div 540)$ ГэВ на основе формул (3) и (4), а также линейной функции

$$L_\gamma (z_c) = A z_c + B, \tag{5}$$

приведены на рис. 1—3 и в таблице. Получен монотонный рост (убывание) величины $\nu(a)$ в интервале энергии $\sqrt{s} = (3 \div 9)$ ГэВ. Соответствующие корреляции переходят с отрицательного к положительному режиму, достигая в пределе $\nu \gg 1$ насыщения (рис. 1). Этот эффект

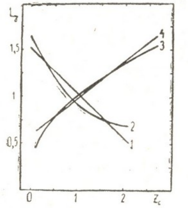


Рис. 1. Зависимость $L_\gamma = \dfrac{\langle n_\gamma (n_c) \rangle}{\langle n_\gamma \rangle}$ от z_c и ν. Прямые 1 и 4—аппроксимация по формуле (5), а кривые 2 и 3—по формулам (3) и (4), при $\sqrt{s} =$ 3,2 и (8÷540) ГэВ, соответственно

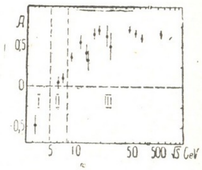


Рис. 2. Значение наклона A как функция от $\sqrt{s}$

можно проиллюстрировать с помощью зависимости наклона A от $\sqrt{s}$. На рис. 2 I область соответствует отрицательным корреляциям ($a > \nu$), II—отсутствию корреляции ($a \sim \nu$).

$\sqrt{s}$ ГэВ	Формула	a	ν	A	B	X^2/NDF
3,2	3	5,45±3,02	1,99±0,40			0,1/2
	5			−0,49±0,12	1,53±0,17	1,5/2
6	3	3—фикс.	4,18±1,43			2,4/5
	5			0,05±0,08	1,00±0,13	2,2/5
8,7÷540	4	1,12±0,24	$\gg 1$			100/76*)
	5			0,40±0,04	0,58±0,04	113/76
	6		2,22±0,02			109/76

*) $c = 0{,}82 \pm 0{,}12$.

При энергиях $\sqrt{s} > 8$ ГэВ зависимость выходит на плато, что соответствует значению $\nu \gg 1$ и наступлению автомодельного поведения (см. III область на рис. 2). Следствием последнего является слабая зависимость средних множественностей фотонов $\langle n_\gamma (n_c) \rangle$ от n_c

множественности заряженных частиц в высокоэнергетической части спектра.

Отметим, что для верхней границы наклона прямых $\langle n_\gamma(n_c)\rangle = =\alpha n_c+\beta$ из (1) вытекает следующее предельное значение $\alpha_{\text{пр}} = \langle n_\gamma\rangle/\langle n_c\rangle$. При $\sqrt{s}=540$ ГэВ $\alpha_{\text{пр}}=1,2$ [1] (прямая 6 на рис. 3).

В работе [11] говорится о возможности насыщения α по энергии, что объясняется на основе модели многокомпонентной жидкости Ван-дер Ваальса, развитой в [9]. Однако нужно заметить следующее. Если предположить, что объем жидкости $Y \sim \langle n_\gamma\rangle$, в этой модели соотношение, аналогичное (2), задается по формуле

$$\widetilde{L}_\gamma/[1-0,13\,(0,78\,z_c+\tilde{\nu}\widetilde{L}_\gamma)] = 0,23\exp\{-0,13\,(0,78\,z_c+ \tag{6}$$

$$+\tilde{\nu}\widetilde{L}_\gamma)/[1-0,13\,(0,78\,z_c+\tilde{\nu}\widetilde{L}_\gamma)]+0,88\,(0,78\,z_c+\tilde{\nu}\widetilde{L}_\gamma)\},$$

где $\widetilde{L}_\gamma=\langle n_\gamma(n_c)\rangle/\langle n_\gamma\rangle$—функция от z_c и $\tilde{\nu}$—параметра, соответствующего ν числу коррелированных компонент следующим образом: $\nu\geqslant 2$ при $\tilde{\nu}\geqslant 1$.

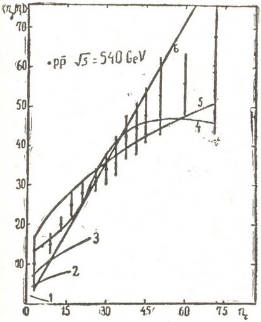


Рис. 3. Спектр кривых, построенных с помощью формул (3)—(6) для зависимости $n_\gamma(n_c)\rangle$ от n_c. Линии 1 — 4 — аппроксимации данных при энергии $\sqrt{s}=3,2$; 11,5; 62,8; 540 ГэВ, соответственно. Линия 5—аппроксимация данных по формуле (6) при $\sqrt{s}=540$ ГэВ. Прямая 6—$\langle n_\gamma(n_c)\rangle = 1,2\,n_c$

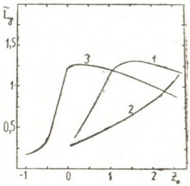


Рис. 4 $\widetilde{L}_\gamma$ как функция от z_c: 1—при $\tilde{\nu}=2,22$; 2—при $\tilde{\nu}=1$ и 3—при $\tilde{\nu}=4$

Подгонка экспериментальных данных [1, 5] в интервале $\sqrt{s}=(6,5\div540)$ ГэВ с помощью формулы (6) дает удовлетворительные результаты (см. кривую 1 на рис. 4 и таблицу). Значение $\tilde{\nu}=2,22$ соответствует случаю $\nu>2$. Однако установить тенденцию роста $\tilde{\nu}$, полученную выше для ν, на основе соотношения (6) не удается. Отрицательные корреляции из (6) наступают при $\tilde{\nu} \gg 1$ (верхнее крыло кривой 3).

Тбилисский государственный университет
Институт физики высоких энергий

(Поступило 19.11.1982)

ფიზიკა

ი. დარბაიძე, ლ. სლეპჩენკო, ი. თევზაძე

ავტომოდელობა $(n_\gamma,\ n_c)$-კორელაციებში კორელირებული კომპონენტების დიდი რიცხვის ზღვარის დროს

რეზიუმე

ენერგიების ფართო ინტერვალში ($\sqrt{s} = (3 \div 540)$ გევ) $(n_\gamma,\ n_c)$-კორელაციებში ექსპერიმენტული მონაცემების ანალიზით დამტკიცებულია ადრონულ ურთიერთქმედებებში სხვადასხვა სახის კორელირებული სისტემის წარმოშობა დიდი რაოდენობით. ამ მოვლენასთან დაკავშირებით განხილულია ზოგიერთი შედეგი მრავალგანზომილებიანი KNO-მოდელისათვის, რომელიც მიღებულია რენორმ-ჯგუფის მეთოდში.

PHYSICS

Ya. Z. DARBAIDZE, L. A. SLEPCHENKO, Yu. V. TEVZADZE

SCALING OF $(n_\gamma,\ n_c)$-CORRELATIONS WITHIN A LARGE NUMBER OF CORRELATED COMPONENTS

Summary

Experimental data on the $(n_\gamma,\ n_c)$-correlations are analyzed in the wide range of energy $\sqrt{s} = (3 \div 540)$ GeV, confirming the existence of a large number of generated correlated components. Some results of the model of multidimensional KNO-scaling, obtained within the framework of the renormalization group method, and the statistical model of multicomponent Van der Waals fluid are discussed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. K. Alpgard *et al.* CERN-EP/82-60, 1982.
2. N. S. Amaglobeli *et al.* Preprint JINR, E2-82-107, Dubna, 1982.
3. Я. З. Дарбаидзе, А. Н. Сисакян, Л. А. Слепченко, Г. Т. Торосян. Препринт ОИЯИ Д2-82-297, Дубна, 1982.
4. Я. З. Дарбаидзе, Л. А. Слепченко, Ю. В. Тевзадзе. Сообщения АН ГССР, 111, № 3, 1983.
5. D. Brick *et al.* Phys. Rev. 1979, D 20, 2123.
6. Я. З. Дарбаидзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1980.
7. Я. З. Дарбаидзе, А. Н. Сисакян, Л. А. Слепченко. Материалы Международного семинара по физике высоких энергий и квантовой теории поля. Протвино, сентябрь, 1980, т. 1, 304.
8. Н. Н. Боголюбов, Д. В. Ширков. Введение в теорию квантованных полей. М., 1976.
9. G. H. Thomas. Phys. Rev., 1973, D8, 3042.
10. Z. Koba *et al.* Nucl. Phys., 1972, B40, 317.
11. F. T. Dao, J. Whitmore. Phys Lett., 1973, B46, 252.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 538.574.4

ФИЗИКА

В. Г. ГАВРИЛЕНКО, Г. В. ДЖАНДИЕРИ

ОБ ИСКАЖЕНИИ ИМПУЛЬСА СРЕДНЕГО ПОЛЯ В СРЕДЕ С ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫМИ ФЛУКТУАЦИЯМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Р. Р. Догонадзе 4.1.1983)

Известно, что при распространении импульсов в диспергирующей среде происходит изменение их формы [1], причем наиболее существенному преобразованию подвергаются импульсы при наличии зависящего от частоты поглощения. В случайно неоднородной среде, даже не обладающей дисперсией, в результате процессов рассеяния происходит частотнозависимое затухание среднего поля [2]. Следовательно, импульс среднего поля будет искажаться. В настоящей работе мы рассмотрим этот вопрос для электромагнитных волн с учетом временных флуктуаций диэлектрической проницаемости среды.

Представим диэлектрическую проницаемость среды со слабой дисперсией в виде суммы средней и флуктуирующей частей

$$\varepsilon(\vec{r},\ t) = \langle\varepsilon\rangle + \varepsilon_1(\vec{r},\ t); \quad |\varepsilon_1| \ll \langle\varepsilon\rangle. \tag{1}$$

Сначала рассмотрим случай плавных неоднородностей, пространственный (L) и временной (T) масштабы которых значительно превосходят длину и период волны. При этом удобно воспользоваться методом геометричсекой оптики и представить электрическое поле первоначально монохроматической плоской волны в виде

$$E(\vec{r},\ t) = E_0 \exp\left\{i\omega t - i\frac{\omega}{u}z\right\} \exp\{i\varphi(\vec{r},\ t) + \chi(\vec{r},\ t)\}, \tag{2}$$

где $\varphi(\vec{r},\ t)$ и $\chi(\vec{r},\ t)$—случайные изменения фазы и уровня волны, обусловленные неоднородностями среды $u = \frac{c}{\sqrt{\langle\varepsilon\rangle}}$; c—скорость света.

Учитывая, что фаза и уровень волны, прошедшей достаточно большой путь в турбулентной среде, распределены по нормальному закону, для среднего поля можно получить следующее выражение:

$$\langle E(\vec{r},\ t)\rangle = E_0 \exp\left\{i\omega t - i\frac{\omega}{u}z\right\} \exp\left\{i\langle\varphi\rangle + i\langle\varphi\chi\rangle - \frac{1}{2}\langle\varphi^2\rangle\right\} =$$

$$= E_0 \exp\left\{i\omega t - i\frac{\omega}{u}z\right\} \exp\left\{-i\frac{\omega}{c}n_1^{\text{эфф}}z\right\}, \tag{3}$$

где $n_1^{\text{эфф}}$ — комплексная добавка к эффективному показателю преломления, определяющая изменение фазовой скорости и затухание среднего поля [2]. При выводе (3) учтено, что флуктуации уровня значительно слабее флуктуаций фазы [3], и, как и везде в дальнейшем, мы ограничиваемся величинами порядка $\langle \varepsilon_1^2 \rangle$, имея в виду малость флуктуаций диэлектрической проницаемости. Величины, входящие в (3), имеют следующий вид [4]:

$$\langle \varphi^2 \rangle = z \frac{\omega^2}{c^2} \frac{1}{4\langle \varepsilon \rangle} \int\limits_{-\infty}^{\infty} B_\varepsilon (0, 0, \rho_z, \tau) \Big|_{\tau = \frac{\rho_z}{u}} d\rho_z; \tag{4}$$

$$\langle \varphi \rangle = -\int\limits_0^z \langle k_z \rangle \, d\xi, \quad \langle k_z \rangle = \frac{\omega}{c} \sqrt{\langle \varepsilon \rangle} \langle l_z \rangle + \frac{\langle \omega_1 \varepsilon_1 \rangle}{2c\sqrt{\langle \varepsilon \rangle}} - \frac{1}{8} \frac{\omega}{c} \langle \varepsilon \rangle^{-3/2} \langle \varepsilon_1^2 \rangle - \frac{\omega}{u},$$

$$\omega_1 = \frac{\partial \varphi}{\partial t}, \quad \langle l_z \rangle = 1 - \frac{1}{2} \langle l_\perp^2 \rangle, \tag{5}$$

$$\langle l_\perp^2 \rangle = -\frac{z}{4\langle \varepsilon \rangle^2} \int\limits_{-\infty}^{\infty} \Delta_\perp B_\varepsilon (0, 0, \rho_z, \tau) \Big|_{\tau = \frac{\rho_z}{u}} d\rho_z + $$

$$+ \frac{1}{2\langle \varepsilon \rangle^2} \int\limits_0^z \rho_z \Delta_\perp B_\varepsilon (0, 0, \rho_z, \tau) \Big|_{\tau = \frac{\rho_z}{u}} d\rho_z,$$

$$\langle \omega_1 \varepsilon_1 \rangle = \frac{\omega}{2c\sqrt{\langle \varepsilon \rangle}} \int\limits_0^z \frac{\partial B_\varepsilon (0, 0, z-\xi, \tau)}{\partial \tau} \Big|_{\tau = \frac{z-\xi}{u}} d\xi;$$

$$\langle \varphi \chi \rangle = \frac{z^2}{8} \frac{\omega}{c\langle \varepsilon \rangle^{3/2}} \int\limits_{-\infty}^{\infty} \Delta_\perp B_\varepsilon (0, 0, \rho_z, \tau) \Big|_{\tau = \frac{\rho_z}{u}} d\rho_z -$$

$$- \frac{z}{8} \frac{\omega}{c\langle \varepsilon \rangle^{3/2}} \int\limits_0^{\infty} \rho_z \Delta_\perp B_\varepsilon (0, 0, \rho_z, \tau) \Big|_{\tau = \frac{\rho_z}{u}} d\rho_z +$$

$$+ \frac{\omega}{4c\langle \varepsilon \rangle^{3/2}} \int\limits_0^z B_\varepsilon (0, 0, z-\xi, \tau) \Big|_{\tau = \frac{z-\xi}{u}} d\xi;$$

где z—расстояние, пройденное волной в турбулентной среде; $B_\varepsilon (\vec{\rho}, \tau) = \langle \varepsilon_1 (\vec{r}, t) \varepsilon_1 (\vec{r} + \vec{\rho}, t + \tau) \rangle$—пространственно-временная функция корреляции диэлектрической проницаемости; $\vec{l}$—единичный вектор волновой нормали; $\vec{k}$—волновой вектор; $\Delta_\perp = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$—поперечный лапласиан. Подставляя (4)—(6) в (3), нетрудно получить интересующее нас выражение $(Z \gg L)$

$$n_1^{\text{эфф}} (\omega) = -\frac{\langle \varepsilon_1^2 \rangle}{8\langle \varepsilon \rangle^{3/2}} - \frac{1}{8\langle \varepsilon \rangle^{3/2}} \int\limits_0^{\infty} \rho_z \Delta_\perp B_\varepsilon (0, 0, \rho_z, \tau) \Big|_{\tau = \frac{\rho_z}{u}} d\rho_z + \tag{7}$$

$$+ \frac{1}{4c\langle \varepsilon \rangle} \int\limits_0^{\infty} \frac{\partial B_\varepsilon (0, 0, z-\xi, \tau)}{\partial \tau} \Big|_{\tau = \frac{z-\xi}{u}} d\xi - i \frac{\omega}{8c\langle \varepsilon \rangle} \int\limits_{-\infty}^{\infty} B_\varepsilon (0, 0, \rho_z, \tau) \Big|_{\tau = \frac{\rho_z}{u}} d\rho_z.$$

Анализ первых трех слагаемых в (7), образующих реальную часть $n_1^{эфф}$, показывает, что в отличие от случая чисто пространственных неоднородностей [2] фазовая скорость волны среднего поля может быть в зависимости от соотношения между L и uT как меньше, так и больше, чем в однородной среде с $\varepsilon=\langle\varepsilon\rangle$.

Однако это не оказывает существенного влияния на распространение импульса среднего поля, поскольку $\operatorname{Re} n_1^{эфф}$ не зависит от частоты. Мнимая же часть $n_1^{эфф}$, как следует из (7), линейно зависит от частоты, что может привести к существенному искажению импульса. Роль временных флуктуаций сводится к уменьшению затухания среднего поля за счет уменьшения дисперсии фазы [4].

В противоположном случае мелкомасштабных флуктуаций, когда выполнено неравенство

$$\frac{\omega}{u}\frac{L}{\sqrt{1+L^2/u^2T^2}}\ll 1, \tag{8}$$

можно воспользоваться выражением для тензора эффективной диэлектрической проницаемости, найденным в работах [5, 6]. При этом реальную часть $n_1^{эфф}$ по-прежнему не зависит от частоты и малосущественна. Выражения для мнимой части $n_1^{эфф}$ при различных соотношениях между параметрами флуктуаций и частотной волны приведены в таблице.

		$Im\, n_1^{эфф}$
$L\ll uT$	$\omega T\gg 1$	$\frac{\sqrt{\pi}}{12}\frac{\langle\varepsilon_1^2\rangle}{\langle\varepsilon\rangle^{3/2}}\left(\frac{\omega L}{u}\right)^3$
	$\omega T\ll 1$	$\frac{3\sqrt{\pi}}{4}\frac{\langle\varepsilon_1^2\rangle}{\langle\varepsilon\rangle^{3/2}}\left(\frac{L}{uT}\right)^3(\omega T)$
$L\gg uT$	$\frac{\omega}{u}L\ll 1$	$\frac{3\sqrt{\pi}}{4}\frac{\langle\varepsilon_1^2\rangle}{\langle\varepsilon\rangle^{3/2}}\left(\frac{uT}{L}\right)^2(\omega T)$
	$\frac{\omega}{u}L\gg 1$	$\frac{5\sqrt{\pi}}{24}\frac{\langle\varepsilon_1^2\rangle}{\langle\varepsilon\rangle^{3/2}}(\omega T)^3$

Из таблицы следует, что в отличие от крупномасштабного случая зависимость $Im n_1^{эфф}$ от частоты меняется с изменением быстроты временных флуктуаций.

Зная выражение для $n_1^{эфф}$, нетрудно по известным формулам [1] исследовать преобразование квазимонохроматического импульса среднего поля во флуктуирующей среде. Так, если в плоскости $z=0$ импульс имеет гауссову огибающую

$$E(0,\ t)=E_0\exp\left\{-\frac{t^2}{\tau_0^2}+i\omega_0 t\right\}, \tag{9}$$

то при линейной зависимости $Im\, n_1^{эфф}$ от частоты, когда можно записать $Im\, n_1^{эфф}=\alpha\omega$, импульс с ростом z расширяется, и его длительность равна

$$\tau(z) = \sqrt{\tau_0^2 + \frac{4\alpha}{c} z}. \tag{10}$$

Кроме того, происходит изменение частоты заполнения на величину

$$\Delta\omega = -\frac{4\alpha z}{c\tau_0^2 + 4\alpha z}\,\omega_0. \tag{11}$$

В случае кубической зависимости $Im n_1^{эфф}$ от частоты искажение импульса будет более сложным и рассчитать его можно только численным способом. В заключении отметим, что искажение импульса среднего поля определяется процессами рассеяния на неоднородностях среды до тех пор, пока выполнено неравенство

$$Im\langle\varepsilon\rangle \ll 2\sqrt{\langle\varepsilon\rangle}\, Im\, n_1^{эфф}.$$

Полученные в работе соотношения могут оказаться полезными для диагностики турбулентных потоков.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 5.1.1983)

ფიზიკა

ვ. გავრილენკო, გ. ჯანდიერი

საშუალო ველის იმპულსის სახეცვლილების შესახებ სივრცით-დროით ფლუქტუირებად გარემოში

რეზიუმე

გეომეტრიული ოპტიკის მიახლოებაში მიღებულია სტატისტიკურად არაერთგვაროვანი გარემოს გარდატეხის მაჩვენებლის ზოგადი გამოსახულება და ასეთ გარემოში განხილულია საშუალო ველის კვაზიმონოქრომატული იმპულსის გარდაქმნის საკითხი. ნაჩვენებია, რომ გაუსური ფორმის იმპულსი არასტაციონარულ გარემოში გავრცელებისას ფართოვდება, შეფასებულია მისი ხანგრძლივობა.

PHYSICS

V. G. GAVRILENKO, G. V. JANDIERI

ON THE PULSE DISTORTION OF THE CENTRAL FIELD IN A MEDIUM WITH SPATIO-TEMPORAL FLUCTUATIONS

Summary

The problem of thansformation of the quasimonochromatic pulse of a mean field into a turbulent medium is discussed. The pulse, having a Gaussian envelope, is shown to expand with propagation in a non-stationary medium. its duration and change of basic frequency are estimated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. А. Вайнштейн. УФН, 118, № 2, 1976, 339.
2. Ю. А. Рыжов, В. В. Тамойкин. Изв. вузов, Радиофизика, 13, № 3, 1970, 356.
3. С. М. Рытов, Ю. А. Кравцов, В. И. Татарский. Введение в статистическую радиофизику, часть II. М., 1978.
4. В. Г. Гавриленко, Н. С. Степанов. Изв. вузов, Радиофизика, 16, № 1, 1973, 69.
5. В. Г. Гавриленко, Я. М. Дорфман. Изв. вузов, Радиофизика, 15, № 2, 1972, 249.
6. Г. А. Бегиашвили, В. Г. Гавриленко, Г. В. Джандиери. Изв. вузов, Радиофизика, 20, № 6, 1977, 948.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 530.147:517.43

ФИЗИКА

Г. А. ЧЕЧЕЛАШВИЛИ

СОКРАЩЕНИЕ НУЛЕВЫХ МОД НА ОСНОВЕ ОПЕРАТОРНЫХ ТОЖДЕСТВ

(Представлено академиком А. Н. Тавхелидзе 13.1.1983)

Проблема нулевых мод, возникающая при попытке квантования систем, обладающих некоторой непрерывной симметрией вблизи классических решений уравнений движения, заключается в появлении неоднозначностей в определении функции Грина.

В работах [1—5] эта проблема обсуждалась в связи с квантованием в близи солитонных решений в двумерных сколярных теориях.

В данной работе мы обобщим результаты работы [5] на теории с произвольным, инвариантным действием и докажем точное сокращение вкладов нулевых мод в произвольных порядках петлевого разложения, основываясь на операторных тождествах, отражающих свойства инвариантности теории.

Докажем, не прибегая к формализму функционального интегрирования, независимость от параметра c разложения по степеням α следующего операторного выражения:

$$A_c = \exp\left\{\frac{i}{2}\int dx\,dy\,[G(x, y) + c\,\psi_a(x)\,\psi_a(y)]\,\frac{\delta}{\delta g(x)}\,\frac{\delta}{\delta g(y)}\right\},$$

$$\exp\{i\,\Gamma_\alpha(g)\}\left[1 - \alpha\,\frac{\int dx\,g(x)\,\psi_a'(x)}{|\psi|^2}\right]\Bigg|_{g=0}, \tag{1}$$

являющегося обобщением формулы (27) в работе [5].

Здесь

$$\Gamma_\alpha(g) = \frac{1}{\alpha^2}\sum_{n=3}^{\infty}\frac{\alpha^n}{n!}\int dx_1\cdots dx_n\,H^n(x_1 . x_n)\,g(x_1)\cdots g(x_n)$$

$$+\frac{1}{\alpha^q}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\alpha^n}{n!}\int dx_1\cdots dx_n\,R^n(x_1\cdots x_n)\,g(x_1)\cdots g(x_n)$$

$$H^n = \frac{\delta^n S[\varphi]}{\delta\varphi(x_1)\cdots\delta\varphi(x_n)}\Bigg|_{\varphi=\varphi_{c,a}},\quad R^n = \frac{\delta^n R[\varphi]}{\delta\varphi(x_1)\cdots\delta\varphi(x_n)}\Bigg|_{\varphi=\varphi_{c,a}}$$

$\varphi_{c,a}(x)$ — классическое решение,

$$\psi_a(x) = \partial_a\,\varphi_{c,a}(x),\quad \psi_a' = \partial_a\,\psi_a(x)$$

$G(x, y)$ удовлетворяет уравнению

$$\int dy\,H(x, y)\,G(y, z) = \delta(x - z) - \frac{\psi(x)\,\psi(z)}{|\psi|^2} \tag{2}$$

и условию поперечности

$$\int G(x,\ y)\,\psi_a(y)\,dy = 0 \tag{3}$$

Впоследствии нам понадобятся формулы, которые получаются из (2) и (3) путем дифференцирования по параметру группы инвариантности a.

$$\psi'_a(x) = -\int G(x,\ x_1)\,H'(x_1,\ x_2)\,\psi_a(x_2)\,dx_1\,dx_2, \tag{4}$$

$$\int G(x_1,\ x_2)\,H'(x_2,\ x_3)\,G(x_3,\ x_4)\,dx_2\,dx_3 = -G'(x_1,\ x_4), \tag{5}$$

$$-\frac{\psi_a(x_1)}{|\psi|^2}\int G(x_4,\ y)\,\psi'(y)\,dy - \frac{\psi_a(x_4)}{|\psi|^2}\int G(x_1, y)\,\psi'(y)\,dy,$$

где штрих означает дифференцирование по параметру a.

Используя операторное тождество

$$\exp\left\{\frac{i}{2}cT^2\right\} = (2\pi\, i\, c)^{-1/2}\int d\lambda \exp\left\{\frac{i\lambda^2}{2c} + \lambda T\right\}$$

где

$$T = \int dx\,\psi_a(x)\,\frac{\delta}{\delta g(x)}$$

представим A_c в следующем виде:

$$A_c = (2\pi\, i\, c)^{-1/2}\int d\lambda \exp\left\{\frac{i\lambda^2}{2c}\right\} A_\lambda. \tag{6}$$

$$A_\lambda = \exp\left\{\frac{i}{2}\int dx\,dx'\,G(x,\ x')\,\frac{\delta}{\delta g(x)}\,\frac{\delta}{\delta g(x')}\right\}\exp\{\lambda T\},$$

$$\exp\{i\,\Gamma_a(g)\}\left[1 - \alpha\,\frac{\int \psi'_a(x) g(x) dx}{|\psi|^2}\right]\Bigg|_{g=0}.$$

Если окажется, что A_λ не зависит от λ, то из (6) будет следовать, что A_c не зависит от c.

Рассмотрим выражение

$$\frac{d}{d\lambda}A_\lambda = \exp\left\{\frac{i}{2}\int dx\,dx'\,G(x,\ x')\,\frac{\delta}{\delta g(x)}\,\frac{\delta}{\delta g(x')}\right\}\exp\{\lambda T\}\times$$

$$\times\, T\exp\{i\,\Gamma_a(g)\}\left[1 - \alpha\,\frac{\int\psi'_a(x)\,g(x)\,dx}{|\psi|^2}\right]\Bigg|_{g=0}. \tag{7}$$

Докажем, что имеет место следующее равенство:

$$\exp\left\{\frac{i}{2}\int dx\,dx'\,G(x, x')\frac{\delta}{\delta g(x)}\,\frac{\delta}{\delta g(x')}\right\} T\,\frac{\int\psi'_a(x)\,g(x)\,dx}{|\psi|^2}F(g)\Bigg|_{g=0},$$

$$\exp\left\{\frac{i}{2}\int dx dx'\,G(x, x')\,\frac{\delta}{\delta g(x)}\,\frac{\delta}{\delta g(x')}\right\} D_a F(g)\Bigg|_{g=0}, \tag{8}$$

$$D_a = \frac{i}{2}\int H'(x_1,\ x_2)\,g(x_1) g(x_2)\ dx_1\,dx_2 + \partial_a.$$

$F(g)$ — произвольный функционал, удовлетворяющий условию

$$\partial_a F(g_a) = 0. \tag{9}$$

Докажем равенство (8) для функционала, имеющего вид

$$F(g) = \int dx_1 \cdots dx_{2n} F(x_1 \cdots x_{2n})\, g(x_1) \cdots g(x_{2n}).$$

Тогда оно будет выполняться и для произвольных $F(g)$.

Левая часть равенства (8) дает

$$\left(\frac{i}{2}\right)^n \frac{1}{n!} \left(\int dx\, dx'\, G(x, x') \frac{\delta}{\delta g(x)} \frac{\delta}{\delta g(x')}\right)^n \cdot 2n \frac{\int \psi_a'(x)\, g(x)\, dx}{|\psi|^2} \times$$

$$\times \int F(x_1 \cdots x_{2n})\, \psi_a(x_1)\, g(x_2) \cdots g(x_{2n})\, dx_1 \cdots dx_{2n} =$$

$$= \left(\frac{i}{2}\right)^n \frac{(2n)!}{(n-1)!}\, 2 \int \frac{\psi_a'(x)}{|\psi|^2} G(x, x_2)\, F(x_1, \cdots x_{2n})\, \psi(x_1)\, G(x_3, x_4) \cdots G(x_{2n-1}, x_{2n})\, dx_1, \cdots dx_{2n}.$$

Правая часть (8)

$$\left(\frac{i}{2}\right)^{n+1} \frac{1}{(n+1)!} \left(\int dx\, dx'\, G(x, x') \frac{\delta}{\delta g(x)} \frac{\delta}{\delta g(x')}\right)^{n+1} \frac{i}{2} \int H'(x, y) \times$$

$$\times F(x_1, \cdots x_{2n})\, g(x_1) \cdots g(x_{2n})\, g(x)\, g(y)\, dx_1 \cdots dx_{2n}\, dx\, dy +$$

$$+ \left(\frac{i}{2}\right)^n \frac{1}{n!} \left(\int dx\, dx' G(x, x') \frac{\delta}{\delta g(x)} \frac{\delta}{\delta g(x')}\right)^n \cdot \int F'(x_1 \cdots x_{2n}) \times$$

$$\times g(x_1) \cdots g(x_{2n})\, dx_1 \cdots dx_{2n} =$$

$$= \left(\frac{i}{2}\right)^n \frac{(2n)!}{(n-1)!} (-1) \int G(x_1, y)\, H'(y, x)\, G(x, x_2)\, F(x_1 \cdots x_{2n}) \times$$

$$\times G(x_{2n-1}, x_{2n})\, dx\, dy\, dx_1 \cdots dx_{2n} +$$

$$+ \left(\frac{i}{2}\right)^n \frac{(2n)!}{n!} \int F'(x_1 \cdots x_{2n})\, G(x_1, x_2) \cdots G(x_{2n-1}, x_{2n})\, dx_1 \cdots dx_{2n}.$$

Используя (5) и учитывая

$$\partial_a \int F(x_1, \cdots x_{2n})\, G(x_1, x_2) \cdots G(x_{2n-1}, x_{2n})\, dx_1 \cdots dx_{2n} = 0.$$

что следует из (9), получаем полное совпадение с левой частью равенства (8).

Подставляя (8) в (7), получаем

$$\frac{d}{d\lambda} A_\lambda = \exp\left\{\frac{i}{2} \int dx\, dx'\, G(x\ x') \frac{\delta}{\delta g(x)} \frac{\delta}{\delta g(x')}\right\} \cdot$$

$$\cdot (T - \alpha D_\alpha)\, e^{\lambda T} e\, i\, \Gamma_\alpha(g)\Big|_{g=0}. \tag{10}$$

Введем оператор

$$\dot{T} = [D_\alpha, T] = \int \psi_a'(x) dx \frac{\delta}{\delta g(x)} - i \int dx\, dy\, H'(x, y)\, \psi(x)\, g(y).$$

Покажем, что

$$\exp\left\{\frac{i}{2} \int dx\, dx'\, G(x, x') \frac{\delta}{\delta g(x)} \frac{\delta}{\delta g(x')}\right\} \dot{T} F(g) = 0 \tag{11}$$

и подставим в (11)

$$F(g) = \int F(x_1, \cdots x_{2n+1})\, g(x_1) \cdots g(x_{2n+1})\, dx_1 \cdots dx_{2n+1},$$

$$\left(\frac{i}{2}\right)^n \left(\int dx\, dx'\, G(x, x') \frac{\delta}{\delta g(x)} \frac{\delta}{\delta g(x')}\right)^n \frac{2n+1}{n!} \int F(x_1, \cdots x_{2n+1}) \times$$

$$\times \psi'_a(x_1)\, g(x_2) \cdots g(x_{2n+1})\, dx_1 \cdots dx_{2n+1} -$$

$$-\left(\frac{i}{2}\right)^{n=1}\left(\int dx\, dx'\, G(x, x')\, \frac{\delta}{\delta g(x)} \frac{\delta}{\delta g(x')}\right)^{n+1} \frac{1}{(n+1)} \cdot$$

$$\cdot \int \psi_a(y) H'(yx) g(x) \times g(x_1) \cdots g(x_{2n+1})\, F(x_1, \cdots x_{2n+1})\, dx\, dy\, dx_1 \cdots dx_{2n+1} =$$

$$= \left(\frac{i}{2}\right)^n \frac{(2n+1)(2n)!}{n!} \int F x_1 \cdots x_{2n+1})\, \psi'_a(x_1)\, G(x_2, x_3) \cdots$$

$$G(x_{2n}, x_{2n+1})\, dx_1 \cdots dx_{2n+1} - \left(\frac{i}{2}\right)^n \left(-\frac{1}{2}\right) \frac{(2n+2)!}{(n+1)!} \int \psi_a(y)\, H'(y, x)$$

$$G(x, x_1)\, F(x_1 \cdots x_{2n+1})\, G(x_2, x_3) \cdots G(x_{2n}, x_{2n+1})\, dy\, dx_{2n+1} \cdot$$

Подставляя в последний член (4), получаем (11).

Из (11) видно, что под действием оператора $\exp\left\{\frac{i}{2}\int G \frac{\delta}{\delta g}\frac{\delta}{\delta g}\right\}$ T и D_α коммутируют. Поэтому (10) можно записать

$$\frac{d}{d\lambda} A_\lambda = \exp\left\{\frac{i}{2}\int dx\, dx' G(x, x')\, \frac{\delta}{\delta g(x)} \frac{\delta}{\delta g(x')} + \lambda T\right\} (T - \alpha D_\alpha) \exp\{i\Gamma_\alpha(g)\}\Big|_{g=0} \cdot$$

С учетом равенства

$$T \exp\{i\Gamma_\alpha(g)\} = \alpha D_\alpha \exp\{i\Gamma_\alpha(g)\}$$

окончательно получим

$$\frac{d}{d\lambda} A_\lambda = 0.$$

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

(Поступило 13.1.1983)

ფიზიკა

გ. ჩეჩელაშვილი

ნულ-მოდების გაბათილება ოპერატორული იგივეობების საფუძველზე

რეზიუმე

კლასიკური კონფიგურაციების მახლობლად დაკვანტვისას ევოლუციის ოპერატორის გამოსახულებისათვის მიღებულია ოპერატორული იგივეობები, რომელთა საფუძველზე დამტკიცებულია ნულ-მოდების წვლილის ზუსტი გაბათილება მარყუჟებად გაშლის ნებისმიერ რიგებში.

PHYSICS

G. A. CHECHELASHVILI

CANCELLATION OF ZERO-MODE ON THE BASIS OF OPEPATOR IDENTITY

Summary

Quantization of nonlinear systems in the vicinity of solutions of classical equations of motion has yielded, some operator identities for the evolution operator. Using these identities, exact cancellation of zero-mode contributions in each order of loop expansion is proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. V. A. Matveev. Nucl. Phys., B121, 1977, 403.
2. A. Jevicki. Nucl. Phys., B117, 1976, 365.
3. L. D. Faddeev, V. E. Korepin. Phys. Lett., 63B, 1976, 435.
4. В. Е. Корепин, Л. Д. Фаддев. ТМФ, 25, 1975, 147.
5. С. И. Златев, В. А. Матвеев, Г. А. Чечелашвили. ТМФ, 50, 1982, 323.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 551.509.313

ГЕОФИЗИКА

З. И. ЦКВИТИНИДЗЕ, В. В. ШЕРШКОВ

АСИМПТОТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ РЕГУЛЯРИЗОВАННЫХ ПОЛНЫХ УРАВНЕНИЙ КРУПНОМАСШТАБНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ДВИЖЕНИЙ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 17.2.1983)

В работах [1, 2] исходная система уравнений, описывающая крупномасштабные движения в атмосфере, приведена к безразмерной форме и выделен малый параметр $\varepsilon = U/l_0L$ (U, L — характерные: скорость ветра и горизонтальный масштаб развития основных процессов, l_0 — среднее значение параметра Кориолиса). При этом в уравнениях движения параметр ε стоит перед производными по времени, и тем самым становится необходимым рассмотреть решение сингулярно возмущенной системы [3]. В работе [1] построено асимптотическое решение, удовлетворяющее исходной системе уравнений, граничным условиям и одному из трех начальных условий поставленной задачи. В работе [2] решение строится как сумма двух асимптот, из которых первая полностью совпадает с полученным в [1] решением, а вторая является решением регуляризованной системы, с соответствующими начальными и граничными условиями, обеспечивающими в итоге удовлетворение всех условий первоначальной задачи. Регуляризация обеспечивается путем ввода нового переменного по безразмерной времени $s = t/\varepsilon$ [3]. Однако искомое решение первоначальной задачи можно построить с помощью одного асимптотического разложения.

Следуя [2], с учетом ввода нового переменного по времени s, система уравнений динамики атмосферы в безразмерных переменных (x, y, ζ, s), при $l = l_0 = \text{Const}$, запишется в виде

$$\frac{\partial u}{\partial s} + \varepsilon\left(u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} + \varepsilon\tau\frac{\partial u}{\partial \zeta}\right) - v + \frac{\partial \Phi}{\partial x} = 0,$$

$$\frac{\partial v}{\partial s} + \varepsilon\left(u\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y} + \varepsilon\tau\frac{\partial v}{\partial \zeta}\right) + u + \frac{\partial \Phi}{\partial y} = 0,$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \varepsilon\frac{\partial \tau}{\partial \zeta} = 0,$$

$$\zeta\frac{\partial}{\partial \zeta}\frac{\partial \Phi}{\partial s} + \varepsilon\left(u\frac{\partial}{\partial x}\zeta\frac{\partial \Phi}{\partial \zeta} + v\frac{\partial}{\partial y}\zeta\frac{\partial \Phi}{\partial \zeta} + \varepsilon\tau\frac{\partial}{\partial \zeta}\zeta\frac{\partial \Phi}{\partial \zeta}\right) + $$

$$+ \varepsilon m\frac{\tau}{\zeta} = 0, \qquad (1)$$

где u, v, τ, Φ—безразмерные: компоненты скорости ветра, аналог вертикальной скорости, отклонение геопотенциала, $m = (\gamma_a - \gamma)\, R^2 T_{\text{ср}}/g l_0^2 L^2$ ($T_{\text{ср}}$—средняя температура, остальные обозначения общепринятые).

Краевые и начальные условия имеют вид

при

$$\zeta \to 0, \quad \zeta^2 \frac{\partial}{\partial \zeta} \frac{\partial \Phi}{\partial s} \to 0,$$

при

$$\zeta = 1, \quad \left(\zeta \frac{\partial}{\partial \zeta} + m_1\right) \frac{\partial \Phi}{\partial s} = -\varepsilon \left[u \frac{\partial}{\partial x} \zeta \frac{\partial \Phi}{\partial \zeta} + v \frac{\partial}{\partial y} \zeta \frac{\partial \Phi}{\partial \zeta} + \varepsilon \tau \frac{\partial}{\partial \zeta} \zeta \frac{\partial \Phi}{\partial \zeta} + m_1 \left(u \frac{\partial \Phi}{\partial x} + v \frac{\partial \Phi}{\partial y} \right) \right], \tag{2}$$

при

$$s = 0, \; u(x, y, \zeta, 0) = u^0, \; v(x, y, \zeta, 0) = v^0, \; \Phi(x, y, \zeta, 0) = \Phi^0, \tag{3}$$

где

$$m_1 = (\gamma_a - \gamma) R/g.$$

Заметим, что в отличие от работы [2] здесь малый параметр уже не стоит перед производными по времени, поэтому решение задачи (1)—(3) представим в виде регулярного асимптотического разложения по параметру ε

$$u(x, y, \zeta, s) = \sum_{i=0}^{\infty} u_i(x, y, \zeta, s) \varepsilon^i, \quad v(x, y, \zeta, s) = \sum_{i=0}^{\infty} v_i(x, y, \zeta, s) \varepsilon^i,$$
$$\Phi(x, y, \zeta, s) = \sum_{i=0}^{\infty} \Phi_i(x, y, \zeta, s) \varepsilon^i, \quad \tau(x, y, \zeta, s) = \sum_{i=-1}^{\infty} \tau_i(x, y, \zeta, s) \varepsilon^i. \tag{4}$$

Подставляя (4) в (1)—(3) и собирая коэффициенты при одинаковых степенях параметра ε, получаем рекурентные дифференциальные соотношения для определения коэффициентов рядов (4).

Краевые и начальные условия для этих приближений имеют вид

при

$$\zeta \to 0, \quad \zeta^2 \frac{\partial}{\partial \zeta} \frac{\partial \Phi_i}{\partial s} \to 0,$$

при

$$\zeta = 1, \quad \left(\zeta \frac{\partial}{\partial \zeta} + m_1\right) \frac{\partial \Phi_i}{\partial s} = -\left[\sum_{j=0}^{i-1} u_{i-1-j} \frac{\partial}{\partial x} \zeta \frac{\partial \Phi_j}{\partial \zeta} + \sum_{j=0}^{i-1} v_{i-1-j} \frac{\partial}{\partial y} \zeta \frac{\partial \Phi_j}{\partial \zeta} + \sum_{j=0}^{i-2} \tau_{i-2-j} \frac{\partial}{\partial \zeta} \zeta \frac{\partial \Phi_j}{\partial \zeta} \right] - m_1 \sum_{j=0}^{i-1} \left(u_{i-1-j} \frac{\partial \Phi_j}{\partial x} + v_{i-1-j} \frac{\partial \Phi_j}{\partial y} \right) = \varphi_{2i}, \tag{5}$$

при

$$s = 0, \quad u_0 = u^0, \; v_0 = v^0, \; \Phi_0 = \Phi^0, \; u_0 = v_0 = \Phi_0 = 0, \; i \geqslant 1. \tag{6}$$

Исключая u_i, v_i, τ_{i-1} из соответствующих систем уравнений, приходим к одному уравнению для Φ_i

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial s^2} + E \right) \frac{\partial}{\partial \zeta} \zeta^2 \frac{\partial}{\partial \zeta} \frac{\partial \Phi_i}{\partial s} + m \Delta \frac{\partial \Phi_i}{\partial s} = \varphi_{1i}, \quad i \geqslant 0, \tag{7}$$

где E—тождественный оператор; $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$. Краевые условия сохраняют вид (5), а начальные условия примут вид

при

$$s = 0, \quad \zeta^2 \frac{\partial}{\partial \zeta} \frac{\partial \Phi_i}{\partial s} = \varphi_{3i}, \; \zeta^2 \frac{\partial}{\partial \zeta} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial s^2} = \varphi_{4i}, \quad i \geqslant 0, \tag{8}$$

где φ_{ki} ($k=1, 2, 3, 4$) зависят от $u_j, v_j, \Phi_j, \tau_{j-1}$ ($j=0, 1, 2,\ldots, i-1$) и их пространственных производных.

Решение задачи (7), (8) ищется в области $D\{-\infty<x,\ y<\infty;\ 0<\zeta\leqslant 1;\ s\geqslant 0\}$.

Проведя преобразование Лапласа по s и Фурье по x и y, находится решение по ζ. Далее методом обращения находится оригинал исходной функции

$$\Phi_i(x, y, \zeta, s) = -\frac{1}{4\pi\sqrt{m}}\int_0^s\int_0^1\iint\limits_{a<s-s'}\left[\int_0^{s'}\varphi_{1i}(x', y', \zeta', s'')\,ds''\right]K_1^{s-s'}dx'dy'd\zeta'ds'$$

$$-\frac{1}{4\pi\sqrt{m}}\int_0^1\iint\limits_{a<s}\left\{\left[\left(\frac{\partial^2}{\partial s^2}+E\right)\frac{\partial}{\partial\zeta'}\zeta'^2\frac{\partial\Phi_i}{\partial\zeta'}+m\Delta\Phi_i\right]\Bigg|_{s=0}K_1^s+\frac{\partial}{\partial\zeta'}\zeta'^2\frac{\partial}{\partial\zeta'}\frac{\partial\Phi_i}{\partial s}\Bigg|_{s=0}\frac{\partial}{\partial s}K_1^s\right\}\times$$

$$\times dx'dy'd\zeta'+\frac{1}{2\pi\sqrt{m}}\iint\limits_{a<s}\left\{\left[\left(\frac{\partial^2}{\partial s^2}+E\right)\left(\frac{\partial}{\partial\zeta'}+m_1\right)\Phi_i(x', y', 1, 0)\right]K_2^s+\right.$$

$$\left.+\left(\frac{\partial}{\partial\zeta'}+m_1\right)\frac{\partial}{\partial s}\Phi_i(x', y', 1, 0)\frac{\partial}{\partial s}K_2^s\right\}dx'dy'+$$

$$+\frac{1}{2\pi\sqrt{m}}\int_0^s\iint\limits_{a<s-s'}\left[\int_0^{s'}\left(\frac{\partial^2}{\partial s''^2}+E\right)\varphi_{2i}(x', y', 1, s'')\,ds''\right]K_2^{s-s'}dx'dy'ds'+$$

$$+\frac{1}{2\pi\sqrt{m}}\iint\limits_{a<s}\left(\frac{\partial}{\partial\zeta'}+m_1\right)\Phi_i(x', y', 1, 0)\frac{\partial}{\partial s'}K_2^s\,dx'dy', \qquad (9)$$

где

$$K_1^s = K_1(x', y', \zeta';\ x, y, \zeta, s) = (\zeta'\zeta)^{-1/2}r_1^{-1}\left[I_0\left(\frac{r_2}{r_1}\sqrt{s^2-\frac{r_1^2}{4m}}\right)+\right.$$

$$\left.+I_0\left(\frac{r_3}{r_1}\sqrt{s^2-\frac{r_1^2}{4m}}\right)\right]-$$

$$-2\left(m_1-\frac{1}{2}\right)(\zeta'\zeta)^{-m_1}r_1^{-1}\int_0^{\zeta'\zeta}I_0\left(\frac{r_4}{r_1}\sqrt{s^2-\frac{r_1^2}{4m}}\right)(\zeta'')^{m_1-3/2}d\zeta'',$$

$$K_2^s = K_2(x', y';\ x, y, \zeta, s) = r_1^{-1}\zeta^{-1/2}\left[-I_0\left(\frac{r_4}{r_1}\sqrt{s^2-\frac{r_1^2}{4m}}\right)+\right.$$

$$\left.+\left(m_1-\frac{1}{2}\right)\zeta^{-(m_1-1/2)}\int_0^{\zeta}I_0\left(\frac{r_4}{r_1}\sqrt{s^2-\frac{r_1^2}{4m}}\right)(\zeta')^{m_1-3/2}d\zeta'\right],$$

$$r_1^2=(x-x')^2+(y-y')^2,\ r_2^2=r_1^2+m\left(\ln\frac{\zeta'}{\zeta}\right)^2,\ r_3^2=r_1^2+m(\ln\zeta'\zeta)^2,$$

$$r_4^2=r_1^2+m(\ln\zeta)^2,\ a=\frac{1}{2}r_1m^{-1/2}.$$

Здесь J_0 — функция Бесселя первого рода.

После определения $\Phi_i(x, y, \zeta, s)$ аналитически находятся остальные коэффициенты рядов разложений (4).

При исследовании приспособления движения воздушных масс к геострофическому, в [1] решается аналогичная задача, при условии $m_1=0$. Используя анализ этого решения, можно сделать вывод, что по крайней мере нулевое приближение (4) стремится к геострофическому соотношению при $s \to \infty$, как $\frac{1}{\sqrt{s}}$.

Таким образом, построенно прямое формальное регулярное асимптотическое решение исходной задачи (1)—(3), которого можно использовать для расчета полей метеоэлементов при прогнозе погоды малой заблаговременности и проведения исследований по крупномасштабным атмосферным движениям.

Закавказский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт

Объединенный вычислительный центр учреждений Госкомгидромета
г. Тбилиси

(Поступило 18.2.1983)

გეოფიზიკა

ზ. ცქვიტინიძე, ვ. შერშკოვი

ფართომასშტაბიან ატმოსფერულ მოძრაობათა სრული რეგულირებული განტოლებების ასიმპტოტური ამოხსნა

რეზიუმე

განხილულია ატმოსფეროში ფართომასშტაბიანი მოძრაობების გათვლის ამოცანა ატმოსფერული პროცესების დინამიკის სრულ განტოლებათა სისტემის ამოხსნის საფუძველზე. კიბელის მცირე პარამეტრის გამოყენებით, ახალი დროითი მასშტაბის შემოყვანის საშუალებით საწყისი განტოლებათა სისტემა რეგულირდება და მიიღება პირდაპირი ასიმპტოტური ამონახსნი.

GEOPHYSICS

Z. I. TSKVITINIDZE, V. V. SHERSHKOV

ASYMPTOTIC SOLUTION OF A FULL SYSTEM OF REGULATED EQUATIONS OF LARGE-SCALE ATMOSPHERIC MOTIONS

Summary

The paper considers the problem of calculating large-scale atmospheric motions by solving a full system of equations for the dynamics of atmospheric processes. By using the small parameter of I. A. Kibel and introducing a new scale of time the initial system of equations is regulated and a direct asymptotic solution is obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. А. Кибель. Введение в гидродинамические методы краткосрочного прогноза погоды. М., 1957.
2. З. И. Цквитинидзе, В. В. Шершков. Сообщения АН ГССР, 106, № 3, 1982, 513—516.
3. А. В. Васильева, В. Ф. Бутузов. Асимптотические разложения решений сингулярно возмущенных уравнений. М., 1973.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 550.343.62

ГЕОФИЗИКА

О. В. ЛУРСМАНАШВИЛИ, И. Е. НИКОЛАДЗЕ, Н. К. КАЧАХИДЗЕ

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОСВЯЗИ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ КАВКАЗА ЗА 1800—1976 ГОДЫ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 15.6.1983)

В работах [1—3] указывалось, что в условиях Кавказа намечается связь сильных землетрясений с последующими землетрясениями через медленные волны напряжения, т. н. пластические волны. К такому заключению авторы пришли после обнаружения ими линейной зависимости между межэпицентральным расстоянием и соответствующим интервалом времени последовательно происходящих землетрясений.

Примененный ими способ в принципе позволяет найти лишь относительно «быстрые» пластические волны, обладающие инициирующей способностью в тот или иной период времени. Однако для обнаружения еще более «долгоживущих», низкоскоростных пластических волн такой подход непригоден. В последнем случае становится обязательным принятие во внимание временно-пространственного распределения всех последующих сильных и менее сильных землетрясений.

Такое требование подразумевает допущение о том, что наиболее сейсмоопасные ситуации в регионе создаются мигрирующими интерференционными узлами низкоскоростных пластических волн, возникших при предыдущих сильных землетрясениях, и что очаг каждого последующего сильного землетрясения почти всегда приурочивается к месту пребывания одного из узлов в момент землетрясения.

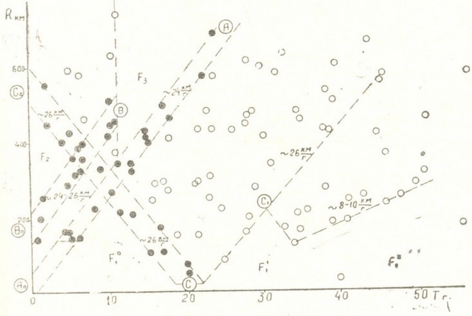


Рис. 1. Временно-пространственное распределение сильных с $M \geqslant 5^3/_4$ землетрясений Кавказа за 1899—1970 гг. R — расстояние между эпицентрами i и $j = i + (n - i)$ землетрясений, $i = 1, 2 \ldots, n$, $n = 15$; T — интервал времени между теми же i и j землетрясениями

С учетом этого обстоятельства нами было продолжено изучение общего характера взаимосвязи сильных землетрясений Кавказа за 1800—1976 гг.

На рис. 1, 2 и 3 даны интересующие нас распределения.

На осях координатных систем отложены: по вертикали — расстояния Rij от каждого $i=1, 2, 3,..., n$ землетрясения до последующих $j=i+k$, $k=1,2...(n-i)$ землетрясений, по горизонтали — интервалы времени Tij между теми же землетрясениями.

Первое распределение (рис. 1) построено на основе 15 сильных землетрясений с $M=5^3/_4$ 1899—1970 гг. по старым каталогам [4—6], второе (рис. 2) — на основе 28 землетрясений с $M\geqslant 6{,}0$ 1800—1979 гг. по новому каталогу [7], третье же показывает общее временно-пространственное распределение 78 землетрясений с $M>5{,}1$ [7] относительно сильных землетрясений с $M\geqslant 6{,}0$.

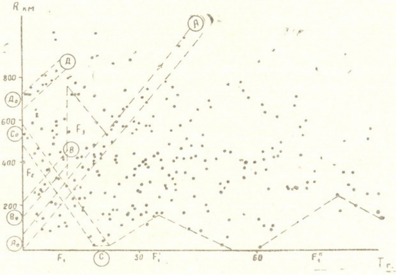


Рис. 2. Временно-пространственное распределение сильных с $M>6{,}0$ землетрясений Кавказа за 1800—1976 гг.

Как видим, состав землетрясений, по которым построены эти распределения, сильно различается. Следует добавить еще, что в состав землетрясений, участвующих в построении второго распределения, не включены пять землетрясений первого распределения (так как они по новому каталогу признаются менее сильными $M=5{,}4\div 5{,}9$).

Несмотря на такое большое различие в составах землетрясений, в первых двух распределениях много общего. В частности, на них четко выделяются свободные от характеристических точек области $F_1, F_1'\ F_1'', F_2, F_3$ треугольной формы. А в начальной части координатных систем характеристические точки в основном расположены на прямолинейных полосках A_0A, B_0B, и C_0C.

Важно отметить, что эти линейные элементы свои начала берут в зонах A_0, B_0 и C_0, т. е. в зонах, которые, по работам [2, 3], после сильных землетрясений с $M\geqslant 6{,}0$ становятся источниками пластических волн.

Используя гипотезу о взаимосвязи сильных землетрясений Кавказа через пластические волны и предполагая, что такая связь на плоскости $R—T$ распределения сильных землетрясений обусловливает размещения характеристических точек $x(i,j)$ вдоль определенных прямых линий или полосок, замечаемые на рис. 1 и 2 прямолинейные элементы — полоски: A_0A, B_0B и C_0C можно принимать за годографы медленных пластических волн. Такое представление событий позволяет нам достаточно полно описать весь процесс сейсмодинамики, существующий в регионе Каваказа на протяжении нескольких десятилетий.

Как следует из первых двух распределений в результате сильных землетрясений Кавказа вокруг эпицентральной области образуются зоны A_0, B_0 и C_0 предположительно с особенно большим градиентом механического напряжения. Из этих зон начинают исходить (кроме найденных ранее [2, 3]) медленные волны разгрузки, годографами которых служат полоски A_0A, B_0B и C_0C. Скорости этих волн примерно одинаковы и составляют 20÷26 км/год.

Судя по длине полоски A_0A, волны, исходящие из зоны A_0, существуют долго—T=18÷25 лет. Их распространение можно проследить на расстояниях $R \geqslant 600$ км. Ширина профиля волны соизмерима с радиусом зоны A_0. Волна обладает способностью запуска сильных землетрясений с эпицентрального расстояния 140 км, т. е. с момента начала прохождения волной зоны B_0. Скорость волны за время своего существования сохраняется постоянной.

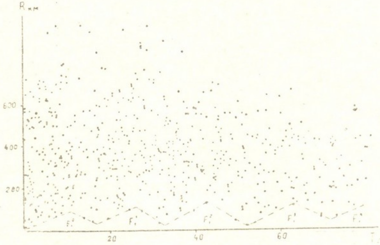


Рис. 3. Временно-пространственное распределение землетрясений с $M>5{,}2$ относительно предыдущих сильных с $M>6{,}0$ землетрясений за 1800—1976 гг.

Волна разгрузки, исходящая из зоны B_0, характеризуется примерно той же шириной профиля и скоростью распространения, что и волна из зоны A_0. Однако, в отличие от последней, она способна запустить сильные землетрясения начиная с момента своего образования.

То же самое можно сказать в отношении волны нагружения (годограф C_0C), идущей из зоны C_0 в сторону эпицентра. Здесь важно заметить, что волны разгрузки, исходящие из зоны B_0, сохраняют способность запуска сильных землетрясений не дольше 11—12 лет, что на плоскости R—T выражается в образовании свободной от характеристических точек области F_3. Интересно отметить, что этот эффект был замечен и ранее [2, 3].

Согласно годографу C_0C, волна нагружения из зоны C_0 распространяется в сторону эпицентра. В этом направлении ее движение длится около 18÷20 лет. По прибытии в зону A_0 последняя активизируется, в результате чего создается новая волна разгрузки (годограф C_0C), т. е. происходит ее отражение от зоны A_0. Следующих подобных отражения волны от зоны B_0 и затем от зоны A_0 и т. д. по распределению последующих сильных землетрясений не замечается. Однако такие отражения, по-видимому, происходят, об этом свидетельствует распределение последующих менее сильных землетрясений с $M \geqslant 5{,}2 \div 5{,}9$ (см. рис. 3). На этом рисунке отчетливо выделяются четыре свободные F_1^0, F_1^1, F_1^2, F_1^3, F_1^4 области, указывающие на многократные отражения волн от зон A_0 и B_0.

Видимо, с увеличением кратности отражения интенсивность и, следовательно, запускающая способность волн уменьшаются. Ими запускаются землетрясения с все меньшей и меньшей магнитудой, так что после восьмого акта отражения эти волны неспособны провоцировать землетрясения с магнитудой выше $M=5{,}1$. В связи с этим по истечении около 70 лет эпицентральная область в радиусе 80÷100 км полностью становится асейсмичной в отношении происхождения землетрясений с $M>5{,}1$ и в таком состоянии остается несколько десятилетий (см. рис. 3).

Отмеченная пульсация размера асейсмической зоны F_1 в области эпицентров возможно поддерживается и тем обстоятельством, что по истечении 18÷19-летних интервалов суммарное лунно-солнечное приливное на пряжение в очаге каждого сильного землетрясения принимает точно такое же направление и величину, что оно имело во время землетрясения, т. е. через такие интервалы времени в очагах создаются наиболее благоприятные условия для совершения повторных подвижек.

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

Тбилисский государственный университет

(Поступило 16.6.1983)

გეოფიზიკა

ო. ლურსმანაშვილი, ი. ნიკოლაძე, ნ. კაჭახიძე

კავკასიის 1800—1976 წწ. ძლიერი მიწისძვრების ურთიერთობის თავისებურებანი

რეზიუმე

კავკასიის მიწისძვრების დრო-სივრცული განაწილების შესწავლა საფუძველს იძლევა დავუშვათ, რომ ძლიერი მიწისძვრის დროს, ეპიცენტრის ირგვლივ, ჩნდება სარტყლისმაგვარი, განსაკუთრებულ დაძაბულ მდგომარეობაში მყოფი ზონები: $0\leqslant R_1\leqslant 50$ კმ; $120\leqslant R_2\leqslant 210$ კმ და $500\leqslant R_3\leqslant 600$ კმ, საიდანაც დასაბამი ეძლევა სასრული დეფორმაციის (პლასტიკური) ტალღების გავრცელებას.

ნელად გავრცობადი ტალღებიდან დაიკვირვება $V=8\div 10$ კმ/წ და $V=20\div 26$ კმ/წ სიჩქარის მქონე ტალღები. პლასტიკური ტალღების არსებობა განაპირობებს ეპიცენტრალურ არეში ასეისმური ($M\geqslant 5{,}2$ მიწისძვრების მიმართ) $0\leqslant R\leqslant 100$ კმ ზონის წარმოქმნას. ამ ზონის ზომები დროთა განმავლობაში პულსაციის განიცდის, პულსაციის პერიოდია $\approx 18\div 20$ წელი.

GEOPHYSICS

O. V. LURSMANASHVILI, I. E. NIKOLADZE, N. K. KACHAKHIDZE

PECULIARITIES OF THE INTERRELATIONSHIP OF THE STRONG EARTHQUAKES OF THE CAUCASUS OVER THE 1800-1976 PERIOD

Summary

A study of the space-time distribution of the earthquakes of the Caucasus permits to assume that at the time of strong earthquakes, around the epicentre there arise belt-like zones in a particular stress state $0\leqslant R_1\leqslant 50$, $120\leqslant R_2\leqslant 210$ and $500\leqslant R_3\leqslant 600$ km, from which finite deformation (plastic) waves start to propagate.

Of the slow waves there are sudden $v\approx 8\div 10$ km/ year and $v=20\div 26$ km/year velocity waves. The existence of plastic waves give rise to an a-seismic zone (with regard to $M\geqslant 5.2$) earthquakes. $0\leqslant R\leqslant 100$ km in the epicentre region. The size of this zone pulsates with time, the period of pulsation being $18\div 20$ years.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. В. Лурсманашвили. Фонды ТГУ, 1975.
2. О. В. Лурсманашвили. Сообщения АН ГССР, 87, № 3, 1977.
3. О. В. Лурсманашвили, Н. К. Качахидзе. Сообщения АН ГССР, 97, № 3, 1980.
4. Землетрясения в СССР. М., 1961.
5. Атлас землетрясений в СССР. М., 1962.
6. Сейсмическое районирование СССР. М., 1968.
7. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР. М., 1977.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 691.54,666.974

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

К. С. КУТАТЕЛАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), Т. Г. ГАБАДАДЗЕ, И. Ш. СУЛАДЗЕ, М. Б. КАПАНАДЗЕ, Г. Б. ЦХАКАЯ, А. В. ШАРАНГИЯ, Д. И. САХОКИЯ

ПРОМЫШЛЕННОЕ ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ БЕЗУСАДОЧНЫХ И РАСШИРЯЮЩИХСЯ ЦЕМЕНТОВ

Известны различные составы и способы производства безусадочных (БЦ) и расширяющихся (РЦ) цементов [1, 2]. В СССР, США и Японии применяются БЦ и РЦ, получаемые путем добавки к рядовым цементам специального клинкера, содержащего сульфоалюминат кальция — $3(CaO \cdot Al_2O_3) \cdot CaSO_4$. Для получения спецклинкера используют известняк (или мел), гипс и высокоглиноземсодержащие материалы (боксит, каолинит, огнеупорные глины, алунит). Однако высокоглиноземсодержащие материалы дефицитны и дороги, кроме того, их доставка, складирование и приготовление специальной сырьевой смеси осложняют работу цементных заводов.

Нами БЦ и РЦ в лабораторных условиях были получены на основе рядовых сырьевых материалов цементных заводов ГССР [3].

Ниже приводятся результаты промышленного изготовления указанных цементов на Руставском цементном заводе. При этом в готовую рядовую сырьевую смесь, состоящую из известняка, глины и пиритных огарков, дополнительно вводился природный гипс. Глина, применяемая на Руставском цементном заводе, содержит 15—16% глинозема.

Изготовлялся гипсо-известняковый шлам. Помол шлама осуществлялся в четырех трубных шаровых мельницах. Молотый шлам хранился в вертикальном бассейне емкостью 450 м³. При хранении шлама не наблюдалось осаждения, расслоения или загустевания.

Перемешивание гипсо-известнякового шлама с рядовым шламом, корректирование и гомогенизация сырьевой смеси осуществлялись в горизонтальном шламбассейне емкостью 2600 м³.

Коэффициент насыщения (КН) рядового шлама равняется 0,92—0,93. Добавка гипсо-известнякового шлама увеличивает КН. Поэтому для уменьшения КН применялся шлам с низким КН (0,72), который хранился в отдельном вертикальном бассейне.

Характеристика используемых шламов приводится в таблице.

Обжиг готового шлама осуществлялся в двух вращающихся печах производительностью около 24 т/час. Следует отметить как положительный фактор образование хорошей обмазки на вновь установленной футеровке в одной из вращающихся печах. Клинкер обжигался нормально без затруднений. Размер зерен клинкера 0,5—2 см. Гипс является минерализатором, способствующим уменьшению расхода топлива при обжиге клинкера на 3—5% и более. Всего получено около

400 т. клинкера. Содержание серного ангидрида в клинкере составляло 1,46—2,09%.

Одна из характерных проб клинкера имела следующие показатели: SiO_2—20,58%; Al_2O_3—6,45%; Fe_2O_3—4,77%; CaO—62,73%; SO_3—1,52%; КН = 0,88; n = 1,83; p = 1,35.

На основе полученного клинкера были изготовлены нижеуказанные цементы:

а) Быстросхватывающийся безусадочный цемент. Для получения этого цемента размалывался только полученный клинкер (без добавки гипса при помоле цемента). Начало схватывания цемента 4 мин, конец схватывания 5 мин. При В/Ц = 0,37 расплыв стандартного конуса 113 мм. Предел прочности при сжатии образцов (в растворе 1:3) через 3 суток твердения 21,3, через 28 суток 41,2 МПа. Марка 400. Расширение цемента 0,10—0,15%.

б) Медленно схватывающийся расширяющийся цемент. Для его получения совместно размалывались полученный клинкер 95% и природный гипс 5%. Начало схватывания цемента 55 мин, конец схватывания 2 часа 35 минут. При В/Ц = 0,40 расплыв стандартного конуса 113 мм. Предел прочности при сжатии образцов (в растворе 1:3) через 3 суток твердения 38,5, через 28 суток 45,8 МПа. Марка 400. Расширение цемента 0,2—0,5%.

Характеристика используемых производственных шламов

Шламы	Характеристика шламов								
	Химический состав, %					Титр, %	Модули		
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	SO_3		КН	n	Р
Гипсо-известняковый	8,40	2,39	3,07	42,20	17,30	64,63	1,58	1,54	0,78
Рядовой	13,19	3,80	2,92	41,24	0,51	72,20	0,92	1,97	1,30
С низким КН	15,64	4,73	2,26	40,27	0,44	73,75	0,72	2,24	2,10
Подающийся на обжиг	13,54	3,94	2,74	41,12	2,0	74,00	0,89	2,01	1,44

Примечание: КН гипсо-известкового шлама рассчитывался без учета CaO, связанного в сульфат кальция.

Таким образом, в промышленных условиях получены безусадочный и расширяющийся цемент путем введения гипса в рядовые сырьевые смеси и обжига клинкера. Полученные цементы являются быстротвердеющими марки 400.

Грузинский политехнический институт им. В. И. Ленина

Руставский цеметный завод

(Поступило 17.6.1983)

ქიმიური ტექნოლოგია

კ. ქუთათელაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), თ. გაბადაძე, ი. სულაძე,
მ. კაპანაძე, გ. ცხაკაია, ა. შარანგია, დ. სახოკია

უჯდომადი და გაფართოებადი ცემენტების სამრეწველო გამოშვება და თვისებების შესწავლა

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ შესაძლებელია უჯდომადი, სწრაფშეკვრადი და გაფართოებადი ცემენტების დამზადება ცემენტის ქარხნების რიგითი ნედლეულის ბაზაზე. ამისათვის საჭიროა ნედლეულის ნარევში ორწყლიანი თაბაშირის შეყვანა. მიღებული ცემენტების მარკაა 400, გაფართოების სიდიდე 0,2—0,5%.

CHEMICAL TECHNOLOGY

K. S. KUTATELADZE, T. G. GABADADZE. I. Sh. SULADZE, M. B. KAPANADZE,
G. B. TSKHAKAIA, A. V. SHARANGIA, D. I. SAKHOKIA

INDUSTRIAL PRODUCTION AND STUDY OF THE PROPERTIES OF NONCONTRACTING AND EXPANDING CEMENTS

Summary

Noncontracting, quick-hardening and expanding cements can be prepared on the basis of cement plant raw materials. The indicated properties are achieved by introduction of $CaSo_4 \cdot 2H_2O$ into the raw material mixture. The obtained cements are of brand 400, their expansion value being 0.2-0.5%.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Михайлов, С. Л. Литвер. Расширяющиеся и напрягающие цементы и самонапряженные железобетонные конструкции. М., 1974.
2. И. В. Кравченко, Т. В. Кузнецова, М. Т. Власова, Б. Э. Юдович. Химия и технология специальных цементов. М., 1981.
3. К. С. Кутателадзе, Т. Г. Габададзе, И. Ш. Суладзе. Сообщения АН ГССР, 109, № 2, 1983.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 556.16

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Г. А. ГАЧЕЧИЛАДЗЕ

ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ОБОБЩЕНИЕ И РАСЧЕТ ВЫНОСА РАСТВОРЕННЫХ СОЛЕЙ РЕКАМИ ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Сванидзе 2.3.1983)

Вынос растворенных веществ является итогом сложнейших природных процессов, характеризующих миграцию и обмен веществ в природе.

Особенно большое значение приобретает изучение этого вопроса в настоящее время в связи с грандиозным размахом гидротехнического строительства, освоением новых земель, орошением площадей в засушливых зонах, борьбой с эрозией и другими мероприятиями. Несмотря на большую важность, данный вопрос для территории Грузии практически не изучен.

В связи с этим в настоящей работе поставлена задача создать общую методику территориального обобщения выноса растворенных солей и на основе этого рассчитать общий вынос с территории по отдельным районам и высотным зонам.

В основу обобщения лег известный факт географической зональности химического состава природных вод [1]. Анализ исходных данных показал, что закон зональности сохраняется даже для пестрых геологических, почвенных и климатических условий территории Грузии; здесь он выражается в наличии тесной пространственной корреляции (отрицательной) между минерализацией и степенью увлажненности территории.

На основании этого нами на территории Грузии выделены по геологическим, почвенным, гидрогеологическим и геоморфологическим признакам области, в которых условия формирования химического состава речных вод одинаковы, — всего 21 область (рис. 1).

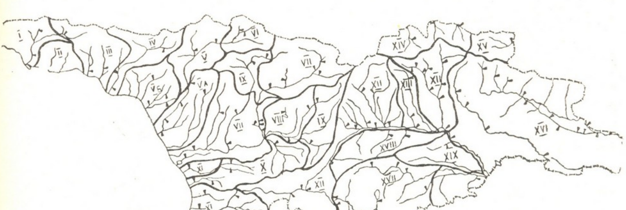


Рис. 1. Районы однозначной связи между среднемноголетними ионными и водными стоками

По имеющимся данным (на территории Грузии 140 пунктов) нами построены для каждой выделенной области зависимости между среднемноголетними модулями ионного и водного стока. Зависимости получились удовлетворительные со средним разбросом точек на графике

6%. При построении зависимостей также использованы рассчитанные дифференциальные модули ионного и водного стока, которые характеризуют процессы формирования химического состава речных вод внутри бассейнов на локальных площадях [2]. Использование этих величин позволило расширить диапазон обеспечения зависимостей данными и обосновать их форму. Построенные зависимости для некоторых областей показаны на рис. 2.

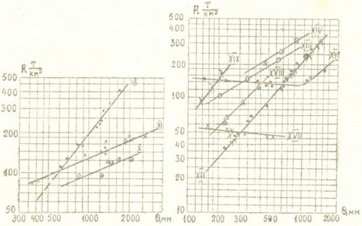


Рис. 2. Зависимость между среднемноголетними ионными и водными стоками для некоторых областей Грузии

Эти зависимости обеспечивают всю территорию Грузии, расчленяя ее по условиям формирования химического состава поверхностных вод, и дают возможность на основе уже обобщенных в литературе [2] данных по водному стоку обобщить ионный сток и минерализацию речных вод путем их сопоставления с вертикальным распределением водного стока на территории Грузии из [2]. Таким образом, нами рассчитаны модули ионного стока для всех районов и высот (от 0 до 4000 м), на основе которых построена карта модулей ионного стока с территории Грузии (рис. 3). Карта наглядно показывает всю пестроту химической эрозии в горных условиях и ее аномалии.

Рис. 3. Карта выноса растворенных солей с территории Грузии (т/км^2)

По высотному распределению модулей ионного стока также был рассчитан общий ионный сток с территории Грузии по отдельным областям и высотным зонам (см. таблицу).

Средний многолетний ионный сток с территории Грузии по высотным поясам (10^3т)

Территория	<500	500—1000	1000—2000	2000—3000	3000<	Сумма
Запад	2410,5	1065,7	2367,9	1361,8	180,7	7386,8
Восток	804,4	1180,0	1596,4	1226,1	298,5	5105,4
Вся Грузия	3214,9	2245,7	3964,3	2597,9	479,2	12492,2

Закавказский региональный
научно-исследовательский институт
Госкомгидромета СССР

(Поступило 11.3.1983)

ფიზიკური გეოგრაფია

გ. გაჩეჩილაძე

საქართველოს მდინარეების მიერ გახსნილი მარილების გამოტანის ტერიტორიული განზოგადება და გაანგარიშება

რეზიუმე

ნაშრომში წარმოდგენილია მარილების გამოტანის გაანგარიშებისა და ტერიტორიული განზოგადების მეთოდიკა, რომელსაც საფუძვლად დაედო საქართველოს ტერიტორიის ჰიდროქიმიური დარაიონება და საშუალო მრავალწლიურ მინერალიზაციასა და წყლიანობას შორის კორელაციის არსებობა.

PHYSICAL GEOGRAPHY

G. A. GACHECHILADZE

TERRITORIAL SUMMARIZATION AND CALCULATION OF THE REMOVAL OF SALTS BY GEORGIAN RIVERS

Summary

A method of territorial summarization and calculation of the removal of salts by Georgian rivers is presented. The method is based on hydrochemical zonation of Georgian territory and the existence of correlation between mean annual mineralization and water content.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. А. Алекин. Основы гидрохимии. Л., 1970, 444.
2. Л. А. Владимиров. Водный баланс Грузии. Тбилиси, 1974, 182.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲘᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 552.549.67 (472.22)

ЛИТОЛОГИЯ

Н. И. СХИРТЛАДЗЕ
(член-корреспондент АН ГССР)

ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИЕ ПОРОДЫ ОКРЕСТНОСТЕЙ МЦХЕТА

Области применения цеолитовых пород все более расширяются. В связи с этим необходимым становится проведение поисков новых месторождений цеолитового сырья. С этой целью нами были изучены среднеэоценовые вулканогенно-осадочные образования окрестностей г. Мцхета. Здесь, как и в соседних районах северного склона Триалетского хребта, под массивными туфобрекчиями среднего эоцена четко выделяется так называемая нижняя слоистая вулканогенно-осадочная пестроцветная свита, которая в смысле содержания осадочных цеолитов заслуживает большого интереса.

В окрестностях г. Мцхета указанная свита обнажается в ущельях правых притоков р. Куры—по рр. Мартазисхеви и Армазисхеви, и является восточным продолжением той слоистой пестроцветной свиты, с которой связано известное Дзегвское месторождение цеолитовых пород. Однако, в отличие от дзегвских цеолитсодержащих пород, где господствуют, в особенности на участке Хекордзула, белые и слегка желтоватые цеолитсодержащие породы [1], в окрестностях Мцхета эти же породы становятся более плотными и более окрашенными в зеленые, а иногда в черные цвета.

По нижней части указанных рек, на северном крыле и в шарнире Мцхетской антиклинальной складки обнажаются опрокинутые на север слоистые туфы с прослоями мергелей среднего эоцена.

Составление непрерывного разреза по Мартазисхеви из-за плохой обнаженности затрудняется. В этом отношении более благоприятные условия имеются по р. Армазисхеви. Здесь около железнодорожного моста обнажается пачка синевато-зеленых цеолитизированных витрокластических туфов (мощностью до 2—2,5 м). В нисходящем разрезе залегают желтовато-бурые, сравнительно крупнозернистые литокластические туфы авгит-лабрадоровых порфиритов мощностью до 8 м. За этими туфами следует пачка, состоящая из чередования тонкослоистых, разноцветных преимущественно ярко-зеленых, зеленовато-серых, иногда черных цеолитсодержащих туфов мощностью 7—8 м. В разрезе опять выступают почти массивные, местами толстослоистые, сравнительно тонкозернистые, иногда слабокарбонатные туфы с анальцимом и редко с гейландитом, мощностью более 10 м. Далее на расстоянии несколько десятков и даже сотен метров наблюдается чередование тонкослоистых, очень плотных, разноцветных туфов с прослоями туфовых мергелей. Среди этих туфов по количеству преобладают желтовато-зеленые и синевато-зеленые разности.

Микроскопическими и рентгеноструктурными анализами установлено, что породообразующими компонентами этих туфов являются цеолитизированные обломки вулканического стекла с примесью хлорита (главные линии на рентгенограмме 13,0—7,05) и иногда монтмориллонита (главные линии на рентгенограмме 14,6—4,50—3,07) или кальцита с микрофауной. Встречаются также мельчайшие обломки андезина, разноцветных вулканитов, моноклинного пироксена (авгита) и точечные частицы рудного минерала. В некоторых прослоях зеленых туфов возрастает роль карбоната кальция или же обломочного материала в виде моноклинного пироксена и микролитовых вулканитов. Для всех этих туфов из цеолитовых минералов характерным является клиноптилолит (главная линия на рентгенограмме 9,0—3,97—2,98), количество которого часто достигает 60—70%. Однако при возрастании обломочного материала (обломки андезина и вулканитов) совместно с клиноптилолитом появляется гейландит.

Примерно такая же ассоциация слагающих компонентов характерна для черных туфов, хотя здесь в значительном количестве присутствуют глинистые массы, пропитанные органическими веществами. Количество клиноптилолита в этих туфах варьирует от 35 до 55%.

Для мергелистых туфов характерна ярко-зеленая или же зеленовато-серая окраска. Главными составными частями этих пород являются пепловый материал (обломки минералов и цеолитизированного вулканического стекла) и пелитоморфный кальцит с микрофауной. Количество карбоната кальция составляет 30—40% от всей массы породы. Примерно в таком же количестве наблюдается клиноптилолит.

В толстослоистых, крупнозернистых литокластических туфах высококремнистые цеолиты отсутствуют, зато здесь в заметном количестве встречаются анальцим (30—40%) и иногда гейландит. Оба этих цеолита замещают плагиоклаз и местами играют роль цемента.

Методом спектрального полуколичественного анализа (аналитик М. Ахалкацишвили) в цеолитсодержащих породах были обнаружены:

образец № 1: Ti—0,13, V—0,0095, Cr—<0,0022, Mn—0,17, Co—0,0014, Ni—0,0046, Cu—0,0022, Zn—0,023, Mo—нет, Sn—0,00012, Pb—0,0013, Ba—<0,1, Sc—0,0008, Ce—нет, Zr—0,014;

образец № 2: Ti—0,16, V—0,0056, Cr—<0,0022, Mn—0,088, Co—0,0005, Ni—0,0008, Cu—0,0007, Zn—0,02, Mo—нет, Sn—0,00011, Pb—0,00082, Ba—0,1, Sc—0,0013, Ce—<0,022, Zr—0,037;

образец № 3: Ti—0,42, V—0,0088, Cr—0,0022, Mn—0,13, Co—0,0014, Ni—0,002, Cu—0,0016, Zn—0,021, Mo—<0,00022, Sn—0,00013, Pb—0,0011, Ba—0,1, Sc—0,0013, Ce—0,082, Zr—0,023.

Не обнаружены Be, Ge, As, Ag, Cd, W, Sb, Ti, Bi.

Вышеописанные цеолитсодержащие породы химически охарактеризованы нами тремя анализами.

Таблица 1

Химический состав цеолитсодержащих туфов окрестностей Мцхета

№ пробы	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	CaO
1	43,24	0,30	8,50	2,13	0,53	0,07	1,56
2	63,10	0,35	12,07	2,24	0,59	0,07	1,18
3	54,66	0,50	13,60	4,16	1,78	0,14	2,82

MgO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	SO_3	H_2O^-	H_2O^+	Сумма	Клиноптилолит
1,56	0,33	2,13	0,11	следы	2,58	18,76	99,88	25—30
1,18	1,09	0,68	0,07	следы	4,46	9,10	99,81	60—70
2,82	1,34	1,23	0,16	следы	4,68	9,67	99,68	30—40

Аналитики — Л. Какабадзе и М. Твалчрелидзе.

1. Ярко-зеленый мергелистый туф Армазисхеви (обр. № 4065).
2. Зеленый витрокластический туф Армазисхеви (обр. № 4068).
3. Черный литовитрокластический туф Армазисхеви (обр. № 4071).

Из этих анализов ясно видно, что мцхетские цеолитсодержащие породы по химическому составу до некоторой степени отличаются друг от друга. Следует указать, что такая вариация химического состава характерна также для цеолитсодержащих пород Дзегви и Тедзами [1, 2].

Указанная в таблице первая порода представляет собой обогащенный карбонатом кальция пепловый туф с микрофауной, и поэтому количество CaO и H_2O^+ в нем заметно повышено. Вторая порода более кислая и более обогащена витрическим материалом и соответственно клиноптилолитом. Однако в эту же породу, кроме клиноптилолита, входят свежий плагиоклаз, хлорит и иногда монтмориллонит. Рентгеновский анализ показывает также наличие кварца (главная линия на рентгенограмме 3,34—2,450—2,80) и морденита (главная линия на рентгенограмме 6,40—3,86). Анализ показывает, что сумма Na_2O+K_2O заметно уступает сумме $MgO+CaO$, что соответствует кальциевому клиноптилолиту.

Третья порода — это типичный литокластический туф с преобладанием в составе обломков вулканитов, свежего андезина и пироксена. Количество витрического материала и соответственно клиноптилолита не так уж велико (от 30 до 40%). Количество SiO_2 несколько понижено, зато возрастает содержание суммы железа и магния, за счет обилия железомагнезиальных минералов. Клиноптилолит и здесь представлен кальциевыми разностями.

Приведенные выше данные позволяют высказать предположение о пригодности мцхетских среднеэоценовых слоистых туфов в качестве цеолитового сырья. Это месторождение, находящееся за пределами города, нами рекомендовано для детальной разведки.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 25.2.1983)

ლითოლოგია

ნ. სხირტლაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი)

მცხეთის მიდამოების ცეოლითშემცველი ქანები

რეზიუმე

განხილულია მცხეთის მიდამოებში მიკვლეული ცეოლითშემცველი შრეებრივი ქანების გეოლოგიური პირობები, მათი ლითოლოგია და ქიმიური თავისებურებები. გამოთქმულია მოსაზრება შესწავლილი ქანების ცეოლითურ ნედლეულად ვარგისიანობის შესახებ.

LITHOLOGY

N. I. SKHIRTLADZE

ZEOLITE-BEARING ROCKS OF THE ENVIRONS OF MTSKHETA

Summary

The geological conditions as well as the lithology and chemical peculiarities of the bedded rocks of the environs of Mtskheta are considered. It is suggested that the rocks in question are suitable for use as zeolitic raw material.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Схиртладзе. Сб. «Природные цеолиты». М., 1980, 115—121.
2. Г. В. Гвахария, Н. И. Схиртладзе, Т. В. Батиашвили, Р. А. Ахвледиани, Г. А. Микадзе, Г. С. Чичинадзе. Изв. АН СССР, сер. геол., № 7, 1974, 118—128.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 546.719:549.321 (479.22)

ГЕОХИМИЯ

Т. В. ИВАНИЦКИЙ, Ж. Н. АБАШИДЗЕ, Н. Д. ГВАРАМАДЗЕ

РЕНИЙ В СУЛЬФИДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 2.2.1983)

Геохимия рения, одного из наиболее редких халькофильных элементов (кларк Re около $7\cdot10^{-8}\%$ [1]), в настоящее время довольно хорошо изучена для многих эндогенных [2—6] и осадочных [7—9] месторождений. На Кавказе рениеносными являются медно-молибденовые месторождения Армении и кварц-молибденовые жильные небольшие месторождения Азербайджана. Особый интерес представляют месторождения Армении, данные по рениеносности которых опубликованы в [10].

До последнего времени, нестмотря на значительную рениеносность соседних областей, содержание рения в сульфидных месторождениях Грузии не изучалось. Такое положение создалось в связи с тем, что еще совсем недавно рений считался связанным лишь с молибденовыми рудами, которых в республике практически нет. В начале шестидесятых годов стало известно о наличии рения в медно-серноколчеданных, колчеданно-полиметаллических, некоторых свинцово-цинковых и золоторудных месторождениях [4]. Указанные обстоятельства послужили основанием для настоящего исследования. Особый интерес вызвал и вопрос рениеносности телетермальных свинцово-цинковых, медно-пирротиновых гидротермально-осадочных и золотоносных медно-полиметаллических мезо-эпитермальных жильных месторождений, так как вопрос о содержании рения в аналогичных месторождениях мира в литературе не освещен. Исследованные месторождения Грузии являются разновозрастными — верхняя юра-олигоцен-миоцен (195—25 млн. лет) и приурочены к различным геоструктурным зонам, которые характеризуются проявлением различного магматизма или же отсутствием магматических пород, синхронных месторождению. Обильные достоверные геологические данные и знание вещественного состава руд позволили авторам наметить некоторые особенности поведения рения.

Рений определялся методом спектрального анализа, разработанным в лаборатории отдела геохимии ГИН АН Грузинской ССР. Чувствительность метода равнялась $5\cdot10^{-5}\%$ Re. Определение рения было основано на фракционном испарении образца из канала угольного электрода, предварительно пропитанного насыщенным раствором сульфата калия. Спектры регистрировались на спектрографе ДФС-13 (решетка 1200 штр/мм), дисперсия 2 Å/мм. Фотометрирование проводилось на микрофотометре МФ-4.

Исследование не претендует на полноту, так как не охватывает всего многообразия сульфидных месторождений, поэтому выводы являются ориентировочными. Рассмотрение табл. 1 показывает, что содержание рения в сульфидных месторождениях Грузии на 3—4 порядка выше кларка рения в земной коре. Наибольшая частота его нахождения характерна для эпи-мезотермальных месторождений, сфалериты, халькопириты, пирротины и пириты которых содержат рений в количествах до $1,3\cdot10^{-4}\%$. Известно, что особенно высокое содержание Re в главном его носителе — молибдените — характерно для небольших

Таблица

Рений в некоторых типах сульфидных месторождений Грузии

Геолого-генетический тип месторождений	Месторождения и рудопроявления	Возраст месторождения	Минералы	К-во образцов		Содержание Re, %		
				всего	пустых	от	до	среднее
Свинцово-цинковый в карбонатных доломитизированных толщах	Дзышра, Брдзышха, Гумиста	Верхняя юра-нижний мел (?)	ZnS* PbS	7 4	1 4	$5{,}0\cdot10^{-5}$ —	$1{,}4\cdot10^{-4}$ —	$6{,}1\cdot10^{-5}$ —
Свинцово-цинковый, часто с баритом, жильный, в вулканогенных толщах	Тхмори, Хвамли, Зуби, Эрцо	В основном юрский	ZnS* PbS FeS_2	5 29 3	2 11 —	$5{,}0\cdot10^{-5}$ $5{,}0\cdot10^{-5}$ $5{,}0\cdot10^{-5}$	$5{,}0\cdot10^{-5}$ $5{,}0\cdot10^{-5}$ $5{,}0\cdot10^{-5}$	$3{,}0\cdot10^{-5}$ $3{,}1\cdot10^{-5}$ $5{,}0\cdot10^{-5}$
Свинцово-цинковый, простого минерального состава, часто богатый пиритом, в вулканогенных, реже терригенных толщах	Скаты-Ком, Дзагина, Техури, Раздаран-Ком, Силис-Геле, Наргвеви		ZnS PbS	11 7	8 1	$5{,}0\cdot10^{-5}$ $5{,}0\cdot10^{-5}$	$1{,}4\cdot10^{-4}$ $5{,}0\cdot10^{-5}$	$2{,}2\cdot10^{-5}$ $4{,}2\cdot10^{-5}$
Медно-полиметаллический золотоносный в вулканогенных толщах, реже в интрузивах	Дамблудка, Мерисская группа (8 руд. уч.), Камышло, Джандари, Питарети, Гуджарети, Зекари	Третичный (постсредне-эоценовый)-юрский	ZnS PbS $CuFeS_2$ FeS_2	109 37 57 33	21 19 20 3	$5{,}0\cdot10^{-5}$ $5{,}0\cdot10^{-5}$ $5{,}0\cdot10^{-5}$ $5{,}0\cdot10^{-5}$	$6{,}0\cdot10^{-4}$ $1{,}4\cdot10^{-4}$ $2{,}0\cdot10^{-4}$ $1{,}8\cdot10^{-4}$	$1{,}1\cdot10^{-4}$ $5{,}0\cdot10^{-5}$ $5{,}0\cdot10^{-5}$ $1{,}0\cdot10^{-4}$
Медно-пирротиновый, с наложенной свинцово-цинковой минерализацией, гидротермально-осадочный, в терригенных толщах	Чонтио, Аданге, Зесхо, Твибрашери, Стори, Мзиури, Коднарула, Казбекская группа, Тушетская группа, Кахетинская группа	Нижняя юра	$CuFeS_2$ $Fe_{1-x}S$ FeS_2	82 85 138	29 11 51	$5{,}0\cdot10^{-5}$ $5{,}0\cdot10^{-5}$ $5{,}0\cdot10^{-5}$	$1{,}2\cdot10^{-4}$ $1{,}8\cdot10^{-4}$ $2{,}0\cdot10^{-4}$	$4{,}0\cdot10^{-5}$ $1{,}0\cdot10^{-4}$ $4{,}0\cdot10^{-5}$
Серноколчеданный, медно-сульфидный и барито-свинцово-цинковый, типа колчеданных залежей, в вулканогенных толщах	Гудна, Швавис-Сакени, Маднеули, Квемо Болниси, Давид-Гареджи, Цители-Сопели	Верхний мел-третичный	FeS_2 $CuFeS_2$ ZnS PbS	52 39 45 13	10 3 1 3	$5{,}0\cdot10^{-5}$ $5{,}0\cdot10^{-5}$ $5{,}0\cdot10^{-5}$ $5{,}0\cdot10^{-5}$	$1{,}5\cdot10^{-4}$ $2{,}0\cdot10^{-4}$ $2{,}0\cdot10^{-4}$ $1{,}2\cdot10^{-4}$	$8{,}0\cdot10^{-5}$ $1{,}0\cdot10^{-4}$ $1{,}3\cdot10^{-4}$ $6{,}0\cdot10^{-5}$
				756	197			

Примечание: * ZnS представлен сфалеритом и вюртцитом.

медно-молибденовых месторождений Закавказья — Варденисa, Прошибеда и Аравуса, образование которых происходило при сравнительно низких температурах на небольших глубинах [10].

Рениеносные месторождения Грузии также относятся к сравнительно низкотемпературным, образованным на небольшой глубине, однако они не молибденоносны. Часть этих месторождений находится в пределах Артвино-Болнисской зоны, примыкающей к Алаверди-Кафанской рениеносной зоне Армении. Другая часть месторождений приурочена к Аджаро-Триалетской зоне, выявляющей по ряду рудно-геологических особенностей «кровное» родство с оруденениями Артвино-Болнисской зоны. Рениеносными оказались также медноколчеданные и барито-свинцово-цинковые колчеданные месторождения Артвино-Болнисской зоны и медно-пирротиновые проявления зоны Южного склона Большого Кавказа. Обращает на себя внимание и рениеносность сульфидов телетермальных рудопроявлений ($2{,}2\cdot10^{-5}$—$6{,}1\cdot10^{-5}$ Re), что до настоящего времени не было известно.

Таблица 2

Минеральные кларки рения в сульфидах

Минералы, содержащие рений	Содержание рения, вес. %			
	по В. В. Иванову [4]	По сульфидам Грузии		
		от	до	среднее
Молибденит	$1{,}14\cdot10^{-2}$	$2{,}5\cdot10^{-3}$	$3{,}5\cdot10^{-3}$	$2{,}7\cdot10^{-3}/6$
Борнит	$4{,}5\cdot10^{-3}$	—	—	—
Халькопирит	$8{,}6\cdot10^{-5}$	$5{,}0\cdot10^{-5}$	$2{,}0\cdot10^{-4}$	$1{,}1\cdot10^{-4}/178$
Пирит	$3{,}0\cdot10^{-5}$	$5{,}0\cdot10^{-5}$	$2{,}0\cdot10^{-4}$	$7{,}0\cdot10^{-5}/226$
Галенит	$2{,}2\cdot10^{-5}$	$5{,}0\cdot10^{-5}$	$1{,}2\cdot10^{-4}$	$6{,}0\cdot10^{-5}/90$
Пирротин	$1{,}5\cdot10^{-5}$	$5{,}0\cdot10^{-5}$	$1{,}8\cdot70^{-4}$	$1{,}0\cdot10^{-4}/85$
Сфалерит	$5{,}0\cdot10^{-6}$	$5{,}0\cdot10^{-5}$	$6{,}0\cdot10^{-4}$	$7{,}0\cdot10^{-5}/177$

Примечание: в знаменателе указано число анализов, участвующих в подсчете среднеарифметической величины; молибденит отобран из рудопроявлений Кароби и Мамуло-Сопели.

Из табл. 2 видно, что среднее содержание рения в сульфидах грузинских месторождений на один порядок выше минеральных кларков рения. По содержанию рения сульфиды Грузии располагаются в следующий ряд: $CuFeS_2 > Fe_{1-x}S > ZnS > FeS_2 > PbS$.

В заключение нужно отметить, что для некоторых генетических типов сульфидных месторождений Грузии содержание рения на 3—4 порядка выше кларка рения. Наиболее существенные концентрации характерны для медно-полиметаллических золотоносных, медноколчеданных и барито-свинцово-цинковых месторождений Артвино-Болнисской зоны и Аджаро-Триалетии, а также медно-пирротиновых гидротермально-осадочных месторождений Южного склона Большого Кавказа.

Академия наук Грузинской ССР
Геологический институт
им. А. И. Джанелидзе

(Поступило 10.2.1983)

გეოქიმია

თ. ივანიცკი, ჟ. აბაშიძე, ნ. გვარამაძე

რენიუმი საქართველოს სულფიდურ საბადოებში

რეზიუმე

საქართველოს გეოლოგიურ-გენეტიკური ტიპის საბადოების შესწავლის საფუძველზე გაირკვა, რომ რენიუმის შემცველობა ზოგიერთ მათგანში 3—4 რიგით აღემატება რენიუმის კლარკს.

განსაკუთრებით მაღალი კონცენტრაციებით ხასიათდებიან ართვინ-ბოლნისის და აჭარა-თრიალეთის ჰიდროთერმული და კოლჩედანური ოქროს შემცველი სპილენძ-პოლიმეტალური, სპილენძ-კოლჩედანური, ბარიტ-ტყვია-თუთიის და კავკასიონის ნაოჭა სისტემის სამხრეთი ფერდის ზონის სპილენძ-პიროტინიანი ჰიდროთერმულ-დანალექი საბადოები.

GEOCHEMISTRY

T. V. IVANITSKI, Zh. N. ABASHIDZE, N. D. GVARAMADZE

RHENIUM IN SULPHIDE DEPOSITS OF GEORGIA

Summary

The paper sums up Re data on a large number of various geological-genetical type deposits of Georgia, a 3-4 order increase in Re content relative to Re percentage has been locally established.

Notably high concentrations are characteristic of the Artvin-Bolnisi and Adjara-Trialetian hydrothermal and pyrite gold-bearing copper-polymetallic, copper-pyrite, barite-lead-zinc deposits, as well as of the copper-pyrrhotite hydrothermal-sedimentary ones of the folded system of the southern slope of the Greater Caucasus.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. П. Виноградов. Геохимия, № 7, 1962.
2. С. Т. Бадалов, С. М. Баситова, Л. И. Годунова. Геохимия, № 9, 1962.
3. С. Т. Бадалов, С. М. Баситова, Л. И. Годунова, Ф. Ш. Шодиев. Геохимия, № 1, 1966.
4. В. В. Иванов, Е. М. Поплавко, В. Н. Горохова. Геохимия рения. М., 1969.
5. И. Г. Магакьян, Г. О. Пиджян, А. С. Фарамазян, Ш. О. Амирян, А. И. Карапетян, В. О. Пароникян, Р. Н. Зарьян, Б. М. Меликсетян, А. Г. Акопян. Редкие и благородные элементы в рудных формациях Армянской ССР. Ереван, 1972.
6. Р. Г. Мхитарян, Э. Х. Хуршудян. Политипия минералов как типоморфное свойство. Ереван, 1981.
7. A. Schuller, Otteman. Neues Jahrb. Mineral., Bd. 100, №3, 1963.
8. Т. А. Сатпаева, , С. К. Калинин, М. К. Сатпаева, В. Л. Марзуванов. Вестник АН КазССР, № 12, 1962.
9. Сэркис. Сб. «Эндогенные редкометальные месторождения и методы их исследования». М., 1968.
10. И. Г. Магакьян, Г. О. Пиджян, А. С. Фарамазян. Сб. «Рений», т. 2. М., 1964.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 624.04

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Дж. Г. ЭЛИАШВИЛИ

ОБ ОДНОМ СВОЙСТВЕ ВОЛНЫ ЛАПЛАСА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 22.11.1982)

Пусть безграничное трехмерное упругое тело отнесено к декартовой системе координат $oxyz$. Допустим, что сосредоточенная сила, меняющаяся во времени по произвольному закону $F=F(t)$, приложена в начале координат и направлена вдоль оси ox. Тогда, как известно [1, 2], вектор перемещений произвольной точки тела можно представить в виде суммы

$$\vec{f}=\vec{f}_P+\vec{f}_S+\vec{f}_L, \tag{1}$$

где

$$\vec{f}_P=\frac{F\left(t-\dfrac{R}{a}\right)}{4\pi\rho a^2R^3}\left(x^2\vec{i}+xy\vec{j}+xz\vec{k}\right); \tag{2}$$

$$\vec{f}_S=\frac{F\left(t-\dfrac{R}{b}\right)}{4\pi\rho b^2R^3}\left[(R^2-x^2)\vec{i}-xy\vec{j}-xz\vec{k}\right]; \tag{3}$$

$$\vec{f}_L=\frac{I}{4\pi\rho R^5}\left[(3x^2-R^2)\vec{i}+3xy\vec{j}+3xz\vec{k}\right]; \tag{4}$$

$$I=\int\limits_{R/a}^{R/b}\tau F(t-\tau)\,d\tau. \tag{5}$$

Здесь R — расстояние до точки, в которой определяется перемещение; a и b — соответственно скорости распространения продольной (P) и поперечной (S) волн; ρ—плотность; t и τ — время. Составляющие $\vec{f}_P$, $\vec{f}_S$ и $\vec{f}_L$ выражают перемещения точки, связанные соответственно с продольной волной, поперечной волной и волной лапласова движения (термин «лапласово движение» введен Г. А. Гамбурцевым [3]).

В работах [4—6] отмечается, что перемещения, выражаемые вектором $\vec{f}_L$, происходят без ускорений и поэтому не воспринимаются инерционными приборами. Ниже приводится анализ этого утверждения, приводящий к противоположному выводу.

Для наглядности картины волнового процесса естественно рассматривать случай, когда сила $F=F(t)$ отлична от нуля лишь в некотором интервале времени — допустим, от 0 до Δt. Будем предполагать, что выполняется условие

$$\Delta t < \frac{R}{b} - \frac{R}{a}. \tag{6}$$

В таком случае в точку, находящуюся на расстоянии R, волны P и S приходят раздельно.

Из выражений (4) и (5) видно, что исследование закономерности изменения вектора $\vec{f}_L$ во времени t сводится к установлению зависимости изменения определенного интеграла (5) от времени t.

Для силы $F=F(t)$, действующей в интервале от 0 до Δt, подынтегральное выражение в (5) представляется функцией

$$y = \tau F(t-\tau) = \begin{cases} 0 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \; 0 < \tau < t + \Delta t, \\ \tau F(t-\tau) \cdot \cdot \cdot \; t + \Delta t \leqslant \tau < t, \\ 0 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \; \tau > t. \end{cases} \tag{7}$$

Из (7) видно, что ненулевой участок графика функции $y=y(\tau)$ по мере роста t перемещается в сторону положительных значений τ и при этом ее ординаты растут пропорционально t. Величина определенного интеграла (5) в каждый текущий момент времени зависит от того, какое место по отношению к интервалу $[R/a;\ R/b]$ занимает ненулевой участок.

В начальной стадии при $t \in [R/a;\ R/a + \Delta t]$, когда ненулевой участок функции (7) входит в интервал $[R/a;\ R/b]$, величина интеграла (5) определится так:

$$I_1 = I = \int\limits_{\frac{R}{a}}^{\frac{R}{b}} \tau F(t-\tau)\, d\tau = \int\limits_{\frac{R}{a}}^{t} \tau F(t-\tau)\, d\tau, \ldots, \frac{R}{a} \leqslant t \leqslant \frac{R}{a} + \Delta t. \tag{8}$$

Закономерность изменения интеграла (5) в зависимости от t обусловлена очертанием функции (7) на ненулевом участке.

В общем случае эта закономерность может быть нелинейной по отношению к t и поэтому

$$\frac{\partial^2 \vec{f}_L}{\partial t^2} \neq 0, \ldots, \frac{R}{a} \leqslant t < \frac{R}{a} + \Delta t. \tag{9}$$

На следующем этапе роста t, когда $t \in [R/a + \Delta t;\ R/b]$, ненулевой участок функции (7) полностью содержится в интервале $[R/a;\ R/b]$. Величина интеграла (5) определится так:

$$I_2 = I = \int\limits_{\frac{R}{a}}^{\frac{R}{b}} \tau F(t-\tau)\, d\tau = \int\limits_{t-\Delta t}^{t} \tau F(t-\tau)\, d\tau, \ldots, \frac{R}{a} + \Delta t \leqslant t < \frac{R}{b}. \tag{10}$$

На этой стадии роста t величина интеграла (5) меняется пропорционально t независимо от характера функции (7) на ее ненулевом участке. Поэтому

$$\frac{\partial^2 \vec{f}_L}{\partial t^2} = 0, \ldots, \frac{R}{a} + \Delta t \leqslant t < \frac{R}{b}. \tag{11}$$

Соотношение (11) совпадает с известными результатами, имеющимися для данного интервала изменения t [1, 3]. На следующем, последнем этапе при $t \in [R/b;\ R/b + \Delta t]$, так же как и на первом этапе, имеем

$$I_3 = I = \int\limits_{\frac{R}{a}}^{\frac{R}{b}} \tau F(t-\tau)\, d\tau = \int\limits_{\frac{R}{b}}^{t} \tau F(t-\tau)\, d\tau, \ldots, \ \frac{R}{b} \leqslant t \leqslant \frac{R}{b} + \Delta t \tag{12}$$

и в общем случае

$$\frac{\partial^2 \vec{f}_L}{\partial t^2} \neq 0, \ldots, \ \frac{R}{b} \leqslant t \leqslant \frac{R}{b} + \Delta t. \tag{13}$$

Рассмотрим пример. Пусть $F(t) = t^2$, тогда (7) примет вид

$$y = \tau F(t-\tau) = \begin{cases} 0 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot\ 0 < \tau < t + \Delta t, \\ \tau (t-\tau)^2 \cdot \cdot \cdot\ t + \Delta t \leqslant \tau \leqslant t, \\ 0 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot\ \tau > t. \end{cases} \tag{14}$$

Подставляя (4) в (8), (10), (12) и вычисляя $\ddot{\vec{f}}_L$ в соответствии с (6), получаем

$$\ddot{\vec{f}}_L = \frac{t^2 - \left(\frac{R}{a}\right)^2}{4\pi\rho R^5} \left[(3x^2 - R^2)\vec{i} + 3xy\vec{j} + 3xz\vec{k}\right], \ldots, \ \frac{R}{a} \leqslant t < \frac{R}{a} + \Delta t, \tag{15}$$

$$\ddot{\vec{f}}_L = 0, \ldots, \ \frac{R}{a} + \Delta t \leqslant t < \frac{R}{b}, \tag{16}$$

$$\ddot{\vec{f}}_L = \frac{-t^2 + \left(\frac{R}{b}\right)^2}{4\pi\rho R^5} \left[(3x^2 - R^2)\vec{i} + 3xy\vec{j} + 3xz\vec{k}\right], \ldots, \ \frac{R}{b} \leqslant t \leqslant \frac{R}{b} + \Delta t. \tag{17}$$

Следует учесть, что ненулевые ускорения $\ddot{\vec{f}}_L$ проявляются в промежутках времени действия $\ddot{\vec{f}}_P$ и $\ddot{\vec{f}}_S$.

Академия наук Грузинской ССР
Институт строительной механики
и сейсмостойкости
им. К. С. Завриева

(Поступило 2.12.1982)

სამშენებლო მექანიკა

ჯ. ელიაშვილი

ლაპლასის ტალღის ერთი თვისების შესახებ

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ლაპლასის ტალღით გამოწვეულ მოძრაობას ახასიათებს აჩქარება, რომელიც ვლინდება გრძივი და განივი ტალღების მოქმედებათა დროის შუალედში.

STRUCTURAL MECHANICS

J. G. ELIASHVILI

ON A PROPERTY OF A LAPLACE WAVE

Summary

The motion caused by a Laplace wave is shown to be characterized by acceleration, manifesting itself in the time interval between the action of the longitudinal and transverse waves.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Ляв. Математическая теория упругости. М., 1935.
2. Е. Трефц. Математическая теория упругости. М., 1934.
3. Г. А. Гамбурцев. Изв. АН СССР, сер. геогр. и геофиз., X, № 1, 1946.
4. Б. В. Дерягин. Прикладная геофизика, вып. 2, 1934.
5. И. И. Гурвич. Сейсмическая разведка. М., 1960.
6. И. И. Гурвич, Г. Н. Боганик. Сейсмическая разведка. М., 1980.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 539.37:691.32

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

М. Д. НИЖАРАДЗЕ

ВЛИЯНИЕ КРУПНОСТИ ЗАПОЛНИТЕЛЯ НА ДЕФОРМИРОВАННОЕ ПОЛЕ ОБРАЗЦА, ИСПЫТЫВАЕМОГО НА РАСКАЛЫВАНИЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 29.12.1982)

Прочность бетона при осевом растяжении является одной из основных его характеристик. Знание ее величины особенно необходимо при проектировании гидротехнических сооружений. Между тем, именно для гидротехнического бетона установление ее величины встречает большие, подчас непреодолимые затруднения.

Бетон для элементов гидротехнических сооружений, характеризующихся большими поперечными сечениями, как правило, содержит крупные зерна 70 мм и более. Изготовление из этого бетона образцов для испытания при осевом растяжении практически не представляется возможным. Они получаются громоздкими, затруднительна их центрировка, габариты испытательных машин оказываются недостаточными и пр. В связи с этим для оценки прочности при осевом растяжении гидротехнического бетона прибегают к косвенным методам, в частности к раскалыванию цилиндров.

Метод раскалывания, как известно, основан на результате решения задачи Герца, согласно которому при сжатии цилиндра в диаметральной плоскости создается чистое растяжение. Это утверждение не вызывает сомнения для однородных тел. Справедливость этого утверждения неоднократно подтверждалась и на бетонах с заполнителями средней крупности. Возникает, однако, вопрос, насколько оно справедливо при употреблении крупных заполнителей, обычно применяемых при изготовлении бетона для массивных гидротехнических сооружений.

Исходя из сказанного была поставлена задача исследования влияния крупности зерна заполнителя на однородность деформированного поля цилиндра, сжимаемого силами, расположенными в диаметральной плоскости. С этой целью был использован метод голографии, применение которого при изучении деформаций бетона представляет значительный интерес.

Следует заметить, что существующие методы голографической интерферометрии позволяют регистрировать малые смещения объекта при съемке последовательных голограмм, что часто ограничивает их использование в прикладных задачах. При исследовании образцов на сжатие при больших нагрузках, вплоть до разрушения, применение метода голографической интерферометрии ограничено, так как тут используется ступенчатая съемка голограмм. При такой съемке тратится много времени, фотоматериала и химикатов. Поэтому при данных исследованиях был применен метод спекл-интерферометрии.

Спекл-голограммы несут информацию только в проекциях перемещений поверхности объекта, лежавших в плоскости, параллельной плоскости фотопластинки. Знание этих перемещений оказывается достаточным для определения деформаций и напряжений поверхности объекта, находящейся в плоском напряженном состоянии. Фиксация перемещений только в одной плоскости приводит к значительному упрощению схем и процессов получения и расшифровки спекл-голограмм двойной экспозиции по сравнению с получением и расшифровкой голограмм, снижению требования к стабильности и виброзащитности установок, одномодовости и когерентности излучения, разрешающей способности фоточувствительной среды.

В данной работе был применен интерферометрический метод однолучевой схемы Денисюка. Регистрируемый голограммный фотоматериал плотно крепился на нагрузочном приспособлении, в качестве которого был применен 10-тонный гидравлический пресс, а исследуемый образец помещался в непосредственной близости с фотоматериалом, и производилось двухэкспозиционное голографирование испытываемых образцов. При исследованиях по данной схеме исключается смещение объекта как абсолютного твердого тела относительно регистрирующей среды, так как фотопластинка жестко соединяется с верхней винтовой частью пресса и тем самым исключает наложение деформаций деталей пресса на деформации образца [1, 2].

Расшифровка голограмм производилась методом поточечного сканирования неразведенным лазерным пучком. Выбранная точка спекл-фотографии, зафиксированная на фотопластинке, в которой находится вектор перемещения, освещалась узким пучком лазера (диаметр пучка составлял около 2 мм). В результате дифракции света на первоначальной и смещенной спекл-структурах, жестко связанных с исследуемой поверхностью, при перемещении или деформации объекта между двумя экспозициями на экране, установленном на некотором расстоянии от фотопластинки, наблюдались полосы Юнга, где наглядно было видно, как меняется угол по отношению к осям и расстояние между полосами. Полосы Юнга характеризуют величину и направление смещения точек исследуемого образца [3] (рис. 1).

Рис. 1. Интерференционная картина полос Юнга

Съемка производилась одномодовым гелинеоновым лазером с длинной волны 6328 Å на фотопластинках ПЭ-2. Время экспозиции 15 сек.

Образцы изготовлялись из портландцемента марки «400» при водоцементном отношении 0,5. Были отлиты образцы размерами 150×100 мм. Исследовались три разных по составу образца. Первый образец был изготовлен из мелкого заполнителя (песок) с максимальной крупностью зерна 5 мм, второй — из крупного заполнителя (мраморная крошка) с максимальной крупностью зерна 15 мм, третий — из крупного заполнителя (гравий) с максимальной крупностью зерна 40 мм. Образцы испытывались на раскалывание согласно ГОСТу 10180—78.

Эксперименты показали, что при максимальной нагрузке (95% от разрушающей), максимальной крупности заполнителя, соответственно 5, 15 и 40 мм, в сечениях, расположенных вблизи плоскости приложения сил, перемещение точек в горизонтальном направлении и практически равномерно.

Таким образом, с укрупнением зерен заполнителя, равномерность деформаций в горизонтальном направлении в исследуемой плоскости образца не нарушается при близких от разрушающей нагрузки.

В заключение можно сказать, что использование метода спекл-интерферометрии позволяет проследить за неоднородностью деформаций в любых точках исследуемого образца и получить полную картину деформированного поля.

Академия наук Грузинской ССР
Институт строительной механики
и сейсмостойкости
им. К. С. Завриева

(Поступило 30.12.1982)

სამშენებლო მექანიკა

მ. ნიჟარაძე

შემავსებლის სიდიდის გავლენა ნიმუშის დეფორმირებულ ველზე გახლეჩვაზე გამოცდისას

რეზიუმე

მოცემულია ბეტონის გახლეჩვაზე გამოცდისას დეფორმაციული ველის კვლევის შედეგები. ეს სამუშაო ჩატარებულია სპეკლ-ინტერფერომეტრიის მეთოდის საშუალებით. განხილულია, თუ როგორ მოქმედებს მარცვლის სიდიდე დეფორმაციების თანაბარ განაწილებაზე და სუფთა გაჭიმვაზე დიამეტრალურ სიბრტყეში.

STRUCTURAL MECHANICS

M. D. NIZHARADZE

EFFECT OF THE AGGREGATE COARSENESS ON THE DEFORMED FIELD OF A SPECIMEN AT CRACKING

Summary

The deformed field of concrete has been studied by the method of speckle-unterferometry. The effect of the grain size of the aggregate on the uniformity of the deformed field of a cylinder compressed by forces placed in diametrical plane was studied on specimens of 150×100 mm size, and tested for cracking. With an increase of the aggregate grain coarseness, the uniformity of deformations in the horizontal direction of the specimen plane under study was found to be disturbed. The indicated method permitted to observe the non-uniformity of deformations at any point of the specimen, yielding a complete picture of the deformed field.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Л. Далакишвили, М. Д. Нижарадзе, А. М. Квернадзе. Тез. докл. XII сессии НИИ Закавказских республик по строительству. Ереван, 1981.
2. Г. Л. Далакишвили, М. Д. Нижарадзе, А. М. Квернадзе. Труды III национальной конференции по механике и технологии композиционных материалов. София, 1982.
3. Применение спекл-интерферометрии для контроля качества промышленных изделий. Методические указания. Под ред. Н. Г. Власова. Горький, 1980.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 621.774.353

МЕТАЛЛУРГИЯ

П. А. ЦЕРЕТЕЛИ, Л. Н. ОКЛЕЙ (член-корреспондент АН ГССР),
И. В. ЧХАРТИШВИЛИ, А. И. ТУТБЕРИДЗЕ

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ЗАХВАТА НА ВТОРОМ ПРОШИВНОМ СТАНЕ ТРУБОПРОКАТНОГО АГРЕГАТА «400»

Оптимальные условия работы трубопрокатного агрегата «400», оборудованного двумя последовательно работающими прошивными станами, в значительной степени зависят от надежности захвата заготовок в каждом из станов. При прокатке на косовалковых прошивных станах различают два этапа захвата: 1) первичный захват, когда заготовка после соприкосновения с валками получает вращательное и поступательное движение, и 2) вторичный захват, когда при встрече с оправкой заготовка (гильза) испытывает сопротивление осевому передвижению. Многочисленные исследования показывают, что условия захвата менее надежны во втором прошивном стане, где осуществляется прошивка полой заготовки [1—3]. В этих работах предложены оптимальные условия захвата на первом прошивном стане при прокатке сплошных заготовок.

Условия захвата при второй прошивке значительно отличаются от аналогичных условий при первой прошивке. При прокатке полых тел в момент первичного захвата развивается значительная овализация поперечного сечения гильзы, происходит сплющивание диаметра по периметру, часто до прекращения вращательного движения. Все это в конечном счете приводит к резкому снижению сил трения, обеспечивающих втягивание гильзы в очаг деформации. В момент встречи оправки с торцом гильзы должно выполняться более жесткое условие вторичного захвата.

Повышение устойчивости первичного захвата может быть достигнуто ограничением скорости подачи гильзы условием $V_{\text{т}} \leqslant V_{\text{в}}$ (где $V_{\text{т}}$ — максимальная скорость подачи гильзы толкателем, $V_{\text{в}}$ — осевая составляющая скорости валков).

Однако соблюдение столь жестких граничных условий для скорости подачи гильзы затрудняется характером работы пневмотолкателя в производственных условиях. Кроме того, снижение скорости подачи толкателя неблагоприятно влияет на производительность установки.

Повышение устойчивости захвата на втором прошивном стане может быть достигнуто увеличением обжатия перед оправкой, увеличением коэффициента трения на валках, повышением толстостенности исходной заготовки, т. е. увеличением усилия прокатки и сил трения на контактной поверхности с валками на захватном участке перед оправкой, где создаются усилия подачи как в осевом, так и в тангенциальном направлениях. Однако указанные мероприятия имеют определенные ограничения. Например, увеличение обжатия перед оправкой вызывает повышение овализации, рост редуцирования, напряжений на внутренней поверхности заготовки и возможность появления внутренних дефектов. Повышение овализации, в свою очередь, ухудшает условия вращения заготовки. Повышение коэффициента трения может быть достигнуто нанесением насечек на валки, но они быстро изнашиваются в процессе эксплуатации валков и, кроме того, ухудшается качество наружной поверхности. Применение толстостенных заготовок в ряде случаев снижает производительность второго прошивного стана, лимитирующего производительность агрегата.

Для улучшения условий захвата положительным является снижение овализации заготовки в очаге деформации, что может быть достигнуто за счет снижения обжатия перед оправкой; это достигается первоначальным касанием металла с конической оправкой на большем ее диаметре. Поскольку это отрицательно скажется на осевом втягивании заготовки, необходимо сочетать указанное мероприятие с возможностью свободного перемещения оправки в осевом направлении (плавающей оправки) в период вторичного захвата.

В общем случае для улучшения захвата полой гильзы валками второго прошивного стана необходимо исключить возможность сплющивания исходной гильзы — скольжения круглой формы переднего захватываемого конца гильзы.

Для достижения поставленной цели — улучшения условий захвата на втором прошивном стане необходимо выдвинуть оправку со стержнем перед началом захвата навстречу задаваемой гильзе с таким расчетом, чтобы в плоскости начала захвата — касания наружной поверхности исходной гильзы с валками находился бы участок оправки, диаметр которого равняется или несколько меньше внутреннего диаметра гильзы. В этих условиях захват начинается при заполнении оправкой полой части переднего конца гильзы в сечении первичного захвата, т. е. создается имитация условий захвата сплошной заготовки. Схема такого захвата, который впредь будем называть совмещенным захватом с точки зрения объединения первичного и вторичного захватов при второй прошивке, приведен на рис. 1.

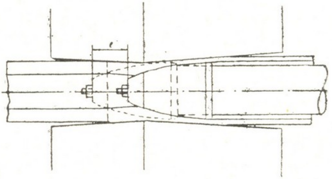


Рис. 1. Схема совмещенного захвата на втором прошивном стане

После осуществления процесса совмещенного захвата гильзы предусматривается свободный отход системы оправка-стержень-упорный подшипник вместе с гильзой до упора упорно-регулировочного механизма. Величина свободного хода должна быть такой, чтобы при прекращении перемещения оправки назад передний торец захваченной валками гильзы не переходил за пережим на участок выходного конуса валка. В противном случае дальнейшее перемещение переднего конца будет происходить без обжатия по стенке до достижения сечения очага деформации, где зазор между оправкой и валком будет меньше, чем толщина стенки переднего конца гильзы. А это приведет к увеличению скольжения и уменьшению скорости заполнения очага деформации.

Осуществление совмещенного захвата полой гильзы валками второго прошивного стана по вышеприведенной методике позволяет: улучшить захват, уменьшить величину редуцирования прошиваемой гильзы, улучшить качество внутренней поверхности при прокатке труб как из углеродистых, так и из высоколегированных и нержавеющих марок сталей и, что очень важно, ускорить заполнение очага деформации.

Процесс совмещенного захвата осуществляется без реконструкции упорно-регулировочного механизма.

Академия наук Грузинской ССР
Институт металлургии
им. 50-летия СССР

(Поступило 7.1.1983)

მეტალურგია

პ. წერეთელი, ლ. ოკლეი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),
ი. ჩხარტიშვილი, ა. თუთბერიძე

შეტაცების პირობების ოპტიმიზაცია მილსაგლინავ აგრეგატ „400"-ის მეორე განმაღრუებელ დგანზე

რეზიუმე

მილსაგლინავ დანადგარ „400"-ის მეორად განმაღრუებელ დგანზე მასრის შეტაცების პირობების გაუმჯობესების მიზნით მოცემულია შეთავსებული პირველადი და მეორადი შეტაცება. შემდეგ გათვალისწინებულია „სამართული ღერო-საყრდენი საკისარის" სისტემის გადაადგილება მასრასთან ერთად საყრდენ-მარეგულირებელ მექანიზმამდე.

მოცემულია შემოთავაზებული ტექნოლოგიის განხორციელების პირობები.

METALLURGY

P. A. TSERETELI, L. N. OKLEY, I. V. CHKHARTISHVILI, A. I. TUTBERIDZE

OPTIMIZATION OF GRIP CONDITIONS ON THE SECOND PIERCING MILL OF THE PIPE-ROLLING PLANT "400"

Summary

In order to ensure a reliable grip of shells on the second piercing mill of the pipe-rolling plant "400" in operation the registration of the primary and secondary grips is suggested, followed by a free backward movement of the mandrel rod-thrust-bearing system together with the shell as far as the control mechanism. The conditions of the realization of the suggested technology are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. К. Тетерин. Теория поперечно-винтовой прокатки. М., 1971, 368.
2. И. А. Фомичев. Косая прокатка. М., 1963, 263.
3. В. С. Смирнов, В. П. Анисифоров, М. В. Васильчиков и др. Поперечная прокатка в машиностроении. М.—Л., 1957, 376.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲘᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 669

МЕТАЛЛУРГИЯ

Т. С. БРЕГАДЗЕ, В. Г. РЦХИЛАДЗЕ, М. В. КЕРЕСЕЛИДЗЕ,
М. Ш. ПХАЧИАШВИЛИ

ВЫРАЩИВАНИЕ СМЕШАННЫХ ОКСИДНЫХ КРИСТАЛЛОВ ЖЕЛЕЗА И АЛЮМИНИЯ ПОСРЕДСТВОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 29.12.1982)

В связи с интенсивным развитием техники высоких частот в настоящее время все больше расширяется интерес к тугоплавким магнитным окислам. Изучение их свойств имеет также большое теоретическое значение. Целью настоящей работы было исследование возможности получения легированных алюминием кристаллов магнетита и смешанных окисных соединений железа и алюминия методом переноса материала при помощи дуги постоянного тока [1].

В качестве катодов были использованы железные электроды с продольным односторонним отверстием, куда закладывался порошок окиси алюминия (Al_3O_2), который первоначально подвергался нагреву для удаления влаги. Для получения материалов разного состава применялись электроды с различными внешними и внутренними диаметрами.

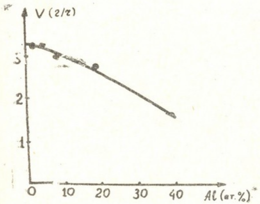


Рис. 1. Зависимость скорости роста кристалла от концентрации алюминия I=9÷11 A

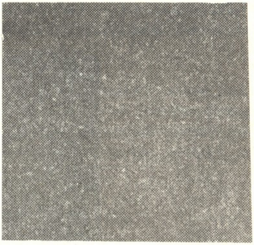


Рис. 2. Распределение алюминия в образце (Al—2 ат.%)

Увеличение концентрации Al_2O_3 в материале катода вызвало соответствующее уменьшение величины силы тока, необходимой для поддержания процесса выращивания кристалла, что, по-видимому, связано с тепловыми эффектами процессов растворения, происходящего на катоде.

Диаметр выращиваемых кристаллов менялся в пределах 11,7—13 мм.

Скорость выращивания кристаллов уменьшалась с увеличением количества алюминия в материале катода. Зависимость скорости роста кристаллов от изменения количества алюминия приводится на рис. 1.

Отношение числа атомов железа и алюминия в полученных кристаллах несколько меньше (примерно в 1,2 раза), чем в материале катода.

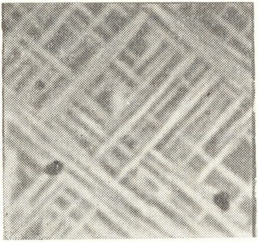


Рис. 3. Поверхность образца (Al — 14 ат.%). Светлые полосы — герценит, темные — магнетит

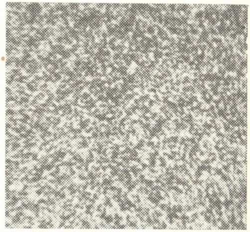


Рис. 4. Распределение алюминия в образце (Al — 14 ат.%)

На рис. 2 показано распределение алюминия в легированном кристалле магнетита, концентрация алюминия в образце составляет 20%.

На рис. 3 представлена поверхность образца смешанного окисного соединения, концентрации алюминия в образце составляет 14 ат.%.

Рис. 5. Распределение железа в образце (Al — 14 ат.%)

На рис. 4 и 5 показаны распределения в том же образце алюминия и железа, соответственно.

Вышеописанная технология дает возможность получения тугоплавких смешанных окисных кристаллов железа и алюминия, в которых содержание алюминия меняется в пределах 0÷14 ат.%. Увеличение алюминия выше указанного предела приводит к нестабильности дуги и сильному ухудшению качества кристаллов.

Академия наук Грузинской ССР
Институт металлургии
им. 50-летия СССР

(Поступило 7.1.1983)

მეტალურგია

თ. ბრეგაძე, ვ. რცხილაძე, მ. კერესელიძე, მ. ფხაჭიაშვილი

მუდმივი დენის ელექტრულ რკალში რკინისა და ალუმინის შერეული ოქსიდური კრისტალების გაზრდა

რეზიუმე

განხილულია რკინისა და ალუმინის შერეული ჟანგეულების ძნელად-დნობადი კრისტალების გაზრდის ტექნოლოგია მუდმივი დენის რკალში ნივთიერების გადატანის მეთოდით, რომელიც საშუალებას იძლევა მივიღოთ ნიმუშები ალუმინის შემცველობით 0-დან 4 ატომურ პროცენტამდე. შესწავლილია ნიმუშებში რკინისა და ალუმინის განაწილება.

METALLURGY

T. S. BREGADZE, V. G. RTSKHILADZE, M. V. KERESELIDZE, M. Sh. PKHACHIASHVILI

GROWTH OF MIXED OXIDE CRYSTALS OF IRON AND ALUMINIUM BY MEANS OF DIRECT CURRENT ARC DISCHARGE

Summary

The paper discusses the growth technology of refractory mixed oxide crystals of iron and aluminium by the method of material transfer through direct current arc, allowing to obtain samples with aluminium content from 0 to 14 at. %. Distributions of iron and aluminium in the samples are studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. R. Drable, A. W. Palmer. J. Appl. Phys. 37, 1966. 1778.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 669.15;620.18

МЕТАЛЛУРГИЯ

И. С. БЕЛЯЦКАЯ, А. А. БАРКАЛАЯ, Е. В. АРАБЕЙ, В. В. МИХАЙЛОВ

О ВЛИЯНИИ ДОБАВКИ МОЛИБДЕНА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА МОНОКРИСТАЛЛОВ НИЗКОКОБАЛЬТОВЫХ СПЛАВОВ Fe-Cr-Co

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Гвелесиани 4.3.1983)

Высококоэрцитивное состояние в сплавах системы Fe-Cr-Co возникает в результате изоморфного распада α-твердого раствора с образованием сильномагнитной и слабомагнитной фаз α_1 и α_2 [1, 2]. Уровень магнитных свойств этих сплавов в значительной степени определяется взаимным расположением структурных составляющих, анизотропией формы и ориентированностью частиц α_1-фазы и количественным соотношением фаз.

В зависимости от относительной разницы $\Delta a/a$ параметров решеток a_1 и a_2 фаз α_1 и α_2 изменяется роль упругой энергии в формировании структуры при расслоении. Выделения могут иметь различную степень вытянутости, а распад может протекать изотропно или анизотропно и, соответственно, эффект ТМО может быть изотропным или анизотропным, то есть не зависеть или зависеть от направления поля ТМО в кристалле [3, 4].

Элементами, увеличивающими $\Delta a/a$ при распаде сплавов Fe-Cr-Co, являются молибден и вольфрам [4, 6]. Более крупные атомы этих элементов концентрируются преимущественно в фазе α_2, увеличивая ее параметр решетки a_2 и $\Delta a/a$. При добавлении их в количестве 1,5—2,5 атомных % в сплавах с 15—23% кобальта (по массе) при ТМО с полем по $<100>$ магнитные свойства существенно улучшаются; возникает двумерная квазипериодическая структура из вытянутых (l/d до 12—15) стержней фазы α_1, разделенных решеткой фазы α_2, [7, 8].

Целью данной работы было исследование влияния молибдена на структуру и свойства низкокобальтовых сплавов Fe-Cr-Co, где уменьшение степени расслоения может отразиться на характере распределения молибдена между фазами α_1 и α_2.

Использовались монокристаллические образцы сплава Fe-25 Cr-10 Co-5 Mo (% по массе) размером $5\times5\times10$ мм, выращенные методом Бриджмена и ориентированно вырезанные длинной осью по $<100>$ с боковыми плоскостями типа $\{100\}$. Термическая обработка состояла из закалки от 1300°C в воде, изотермической термомагнитной обработки (ИТМО) с полем по $<100>$ и регулируемого охлаждения от температур ИТМО до 490° по разным схемам. Лучшие магнитные свойства (${}_{B}H_c = 43{,}0—43{,}8$ кА/м, $B_r = 1{,}26$ Тл, $(BH)_{max} = 29{,}8$ кДж/м^3) были получены после ступенчатой ИТМО 610°C, 2 часа + +590°C, 2,5 часа + 580°C, 2,5 часа с последующим двухэтапным регулируемым охлаждением (РО):570—550°C со скоростью 5°/час, 540—490°C со скоростью 2,5°/час. Сравнение наших результатов с литературными данными [9] о магнитных свойствах тройного нелегированного сплава Fe-30 Cr-10 Co после оптимальной обработки показывает, что добавка молибдена повышает величину ${}_{B}H_c$ не менее чем на 25—30%.

На тех же образцах проводилось рентгеновское исследование методом θ/2θ сканирования отражений типа hho ool от параллельных и перпендикулярных направлению магнитного поля плоскостей (рис. 1). С понижением температуры отпуска на отражениях hho ста-

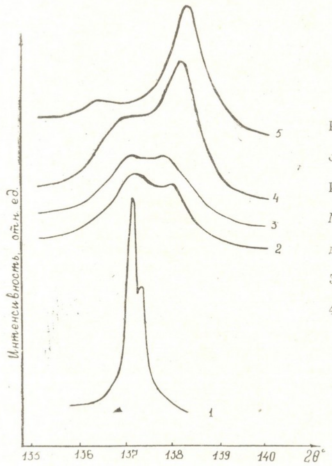


Рис. 1. Профили отражений 660 сплава Fe-25 Cr-10 Co-5 после ИТМО с полем по [001]. Излучение MoK|3. 1—закалка от 1300°C в воду, 2 — 1+ТМО при 610°C, 2 ч.+590°C, 2 ч., 3 — 2+580°C, 2,5 ч., 4 — 3+570°C, 2,5 ч., 5 — конечное состояние

новилось заметным расщепление рефлексов из-за увеличения относительной разницы периодов решетки α_2 и α_1 фаз $\Delta a/a$ и доли фазы α_1. При переходе от 620 к 590°C $\Delta a/a$ возрастает от 0,13 до 0,31%, а после полной обработки по приведенной выше схеме достигает 0,6%. Отражения от перпендикулярных магнитному полю плоскостей не

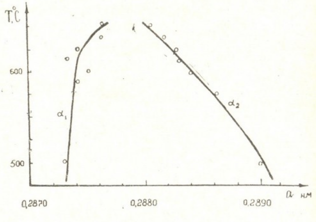


Рис. 2. Периоды решетки a_1 и a_2 фаз α_1 и α_2 в сплаве Fe-25 Cr-10 Co-5 Mo при различных температурах

расщеплены. Таким образом, фазы α_1 и α_2 имеют в направлении магнитного поля общий период c и тетрагонально искажены. Параметры решеток фаз α_1 и α_2—a_1, a_2, c — и доля фазы α_1 равны, соответственно: 0,2874, 0,2886, 0,2881 нм и 30% при охлаждении до 580°C и 0,2873, 0,2890, 0,2880 нм и 80% при охлаждении до 490°C. Построенная по рентгеновским данным зависимоть периодов решетки и объемных долей фаз α_1 и α_2 от температуры (рис. 2) отражает специфическую несимметричную форму области расслоения, позволяющую получать изолированные выделения фазы α_1 при ее большем объемном содержании. Параметры решеток отражают суммарное содержание хрома и молибдена в сосуществующих фазах.

Наблюдаемая электронно-микроскопически структура после полной обработки состоит из стержней фазы α_1 квадратного сечения с габитусом {100}, вытянутых в направлении магнитного поля при ИТМО (рис. 3), разделенных решеткой фазы α_2, и является двумерной квазипериодической. Выделения α_1 в среднем имеют длинную ось около 160 нм и короткую около 45—50 нм.

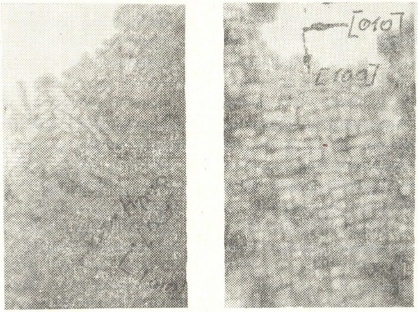


Рис. 3. Электронномикроскопическое изображение структуры монокристаллов сплава Fe-25 Cr-10 Co-5 Mo после полной обработки на высококоэрцитивное состояние: а — плоскость фольги (100) параллельна $H_{TMO} \times 40\,000$, б—плоскость фольги (001) перпендикулярна $H_{TMO} \times 55\,000$

Таким образом, влияние молибдена на структуру и свойства низкокобальтового сплава Fe-Cr-Co аналогично его влиянию в более высококобальтовых сплавах.

Грузинский политехнический институт им. В. И. Ленина

Московский институт стали и сплавов

(Поступило 11.3.1983)

მეტალურგია

ი. ბელიაცკაია, ა. ბარკალაია, ე. არაბეი, ვ. მიხაილოვი

მოლიბდენის გავლენა დაბალკობალტიანი Fe—Cr—Co მონოკრისტალური შენადნობის სტრუქტურაზე და თვისებებზე

რეზიუმე

შესწავლილია Fe-25 Cr-10 Co-5 Mo შედგენილობის მონოკრისტალები. განსაზღვრულია α_1 და α_2 ფაზების პარამეტრები დამუშავების სხვადასხვა ეტაპზე. α_1 და α_2 ფაზები ქმნის ტეტრაგონალურ დამახინჯებებს, აქვს ერთნაი-

რი C პარამეტრი H_{TMO} მიმართულებით, ხოლო a_1 და a_2 პარამეტრები მიმართულია H_{TMO} მართობულად. თხელ კილიტებზე ელექტრონმიკროსკოპიული მეთოდით შემჩნეულია ორგანზომილებიანი კვაზიპერიოდული სტრუქტურა. საფეხურიანი თერმომაგნიტური გამოწვის შედეგად მიღებულია საკმაოდ მაღალი მაგნიტური თვისებები $Hc = 43{,}8$ კა/მ, $B = 1{,}26$ ტლ და $(BH)_{max} = 30$ კჯ/მ³.

METALLURGY

I. S. BELYATSKAYA, A. A. BARKALAIA, E. V. ARABEI, V. V. MIKHAILOV

ON THE EFFECT OF ADDING MOLYBDENUM ON THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF THE SINGLE CRYSTALS OF LOW-COBALT Fe-Cr-Co ALLOYS

Summary

Single crystals of Fe-25-Cr-10-Co-5Mo composition have been studied. The parameters of α_1 and α_2 phases at different stages of treatment were determined. The α_1 and α_2 phases were found to be tetragonally distorted, with a common parameter c in the direction, and differing parameters a_1 and a_2 in directions perpendicular to using an electron microscope, a two-dimensional quasi-periodic structure was observed on thin foils. Graded thermomagnetic treatment resulted in fairly high magnetic properties.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. Kaneko, M. Homma, K. Nakamura. AIP Conf. Proc., № 5, 1972, 1088-1092.
2. Е. З. Винтайкин, Г. Г. Урушадзе, И. С. Беляцкая, Е. А. Сухарева. ФММ, 38, вып. 5, 1974, 1012—1015.
3. Е. З. Винтайкин, А. А. Баркалая, И. С. Беляцкая, В. М. Сахно. ФММ, 43, № 4, 1977, 734—742.
4. И. С. Беляцкая, Е. А. Сухарева. ФММ, 48, № 4, 1979, 759—763.
5. И. С. Беляцкая, Е. А. Сухарева. ФММ, 51, № 4, 1981, 736—743.
6. И. С. Беляцкая, Е. В. Арабей. Изв. вузов. Черная металлургия, № 9, 1982, 151.
7. И. С. Беляцкая, Е. З. Винтайкин, Ю. О. Меженный. ФММ, 55, № 5, 1983, 960—966.
8. И. С. Беляцкая. ДАН СССР, 266, № 2, 1982, 331—335.
9. M. L. Green, R. C. Sherwood, G. Y. Chin, J. H. Wernich. J. Fernardini. IEEE. Trans. on Magn. 16, № 15, 1980, 1053-1055.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 534.1

МАШИНОВЕДЕНИЕ

М. В. ХВИНГИЯ (член-корреспондент АН ГССР), И. А. ПИТИМАШВИЛИ

О ПРИБЛИЖЕННОМ РЕШЕНИИ УРАВНЕНИЙ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ КОМБИНИРОВАННЫМ МЕТОДОМ ГАРМОНИЧЕСКОГО БАЛАНСА И СЛУЧАЙНОГО ПОИСКА

Метод гармонического баланса используется для получения периодических решений в колебательных системах при внешнем воздействии [1]. Периодическое решение возлагают в ряд Фурье с неизвестными коэффициентами, которые определяют решением системы уравнений, полученной подстановкой предполагаемого решения в исходное дифференциальное уравнение. При этом нелинейным колебательным системам соответствуют системы нелинейных алгебраических уравнений. Общий метод решения системы таких нелинейных уравнений состоит из двух этапов: предварительного, дающего, в частности, расположение корней, и дальнейшего уточнения корней. Предварительное определение расположения корней возможно лишь в очень редких случаях. При этом существующие численные методы требуют довольно точного задания расположения корней. Поэтому достаточно точное численное решение систем нелинейных уравнений с помощью итерационных методов является весьма сложным процессом. Между тем, можно указать, что определение состояний равновесия нелинейных колебательных систем методом гармонического баланса и решение полученных систем нелинейных уравнений методом случайного поиска не требуют столь точной информации о расположении корней.

Задача отыскания решения системы уравнений

$$F_i(y_1, \ldots, y_n) = 0, \; i = 1, \ldots, n, \tag{1}$$

эквивалентна задаче отыскания минимума положительно определенной формы [2]

$$F = \sum_{i=1}^{n} F_i^2. \tag{2}$$

Одним из эффективных методов определения минимума F является метод случайного поиска. Случайный поиск точки $(y_1, \ldots, y_n)$-минимума (2) состоит в том, что в n-мерном параллелепипеде задается последовательность независимых случайных точек, в каждой из которых вычисляется значение F и определяется точка, в которой F принимает наименьшее значение. Процесс поиска при этом сходится. Если в ходе решения менять область поиска с учетом уже полученных значений, процесс поиска можно улучшить [3].

В качестве примера использования метода гармонического баланса и решения полученной системы уравнений методом случайного поиска рассмотрим уравнение Дуффинга:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + a\frac{dx}{dt} + bx + cx^3 = d + f\cos\omega t. \tag{3}$$

Представляет интерес решение задачи для случаев симметричной и несимметричной внешних сил.

1. Симметричная внешняя сила $(d=0)$

Предполагается, что в области основного резонанса периодическое решение уравнения (3) имеет вид

$$x = y_1 \sin\omega t + y_2 \cos\omega t. \tag{4}$$

Подстановка (4) в (3) приводит к уравнению относительно квадрата амплитуды $r^2 = y_1^2 + y_2^2$

$$\left(\omega^2 - b - \frac{3}{4}cr^2\right)^2 r^2 + a^2\omega^2 r^2 - f^2 = 0. \tag{5}$$

Решение уравнения (5) проведено для следующих значений параметров: $a=0{,}2$, $b=0{,}1$, $c=0{,}9$, $f=0{,}3$, $\omega=1$ (здесь и далее конкретные значения постоянных взяты из [1]).

В табл. 1 приведены решения уравнения (5), найденные методом случайного поиска, и соответствующие им значения функции F.

Таблица 1

r^2	0,986	1,542	0,134
F	$0{,}5\cdot10^{-8}$	$0{,}5\cdot10^{-8}$	$0{,}1\cdot10^{-8}$

2. Несимметричная внешняя сила.

Рассматривая область основного резонанса, в уравнении (3) полагаем $b=0$, $c=1$, $\omega=1$ и ищем решение в виде

$$x = y_0 + y_1 \sin t + y_2 \cos t. \tag{6}$$

Подстановка (6) в (3) приводит к системе нелинейных уравнений относительно y_0 и r^2

$$\begin{gathered} \frac{3}{2}y_0 r^2 + y_0^3 - d = 0, \\ \left(1 - \frac{3}{4}r^2 - 3y_0^2\right)^2 r^2 + a^2 r^2 - f^2 = 0. \end{gathered} \tag{7}$$

Методом случайного поиска для различных значений параметров получены следующие решения системы (7):

а) $a = 0{,}3$, $d = 0{,}36$, $f = 0{,}3$,

в этом случае получено одно состояние равновесия, для которого

$$r^2 = 0{,}733,\ y_0 = 0{,}302,\ F = 0{,}2\cdot10^{-5};$$

б) $a = 0$, $d = 0{,}36$, $f = 0{,}05$.

Система имеет пять решений, которые приведены в табл. 2

Таблица 2

r^2	0,019	0,204	0,350	1,091	1,277
y_0	0,701	0,570	0,481	0,250	0,185
F	$0{,}2\cdot 10^{-4}$	$0{,}1\cdot 10^{-5}$	$0{,}1\cdot 10^{-4}$	$0{,}3\ 10^{-5}$	$0{,}6\cdot 10^{-5}$

Для значений параметров $a=0{,}1$, $d=0{,}36$, $f=0{,}15$ решена система четырех нелинейных уравнений

$$\begin{gathered}\frac{3}{2}\, y_0 r^2 + y_0^3 - d = 0,\\ r^2 - y_1^2 - y_2^2 = 0,\\ \left(1 - \frac{3}{4} r^2 - 3 y_0^2\right) y_1 + a y_2 = 0,\\ \left(1 - \frac{3}{4} r^2 - 3 y_0^2\right)^2 r^2 + a^2 r^2 - f^2 = 0,\end{gathered} \tag{8}$$

которая дает три состояния равновесия, приведенные в табл. 3.

Таблица 3

r^2	0,947	0,550	1,340
y_0	0,226	0,380	0,186
y_1	0,622	0,345	0,230
y_2	0,735	0,650	1,120
F	$0{,}1\cdot 10^{-3}$	$0{,}1\cdot 10^{-3}$	$0{,}6\cdot 10^{-4}$

Число F является квадратом длины вектора невязок системы (1) и служит мерой погрешности решения. Поэтому малые значения F, полученные для приведенных выше систем нелинейных уравнений, позволяют сделать заключение о высокой точности полученных решений. Все полученные решения хорошо согласуются с результатами, приведенными в [1].

Приведенный здесь подход для определения корней системы нелинейных алгебраических уравнений (1) без особого труда можно распространить для достаточно больших n с целью получения приближенного решения нелинейных уравнений колебаний с учетом суб- и супергармонических составляющих движения.

Академия наук Грузинской ССР

Институт механики машин

(Поступило 17.12.1982)

მანქანათმცოდნეობა

მ. ხვინგია (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ი. პიტიმაშვილი

არაწრფივი რხევების განტოლებების ჰარმონიული ბალანსისა და შემთხვევითი ძებნის კომბინირებული მეთოდით მიახლოებითი ამოხსნის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია არაწრფივი რხევების დუფინგის დიფერენციალური განტოლების მიახლოებითი ამოხსნა, რომელიც ჰარმონიული ბალანსისა და შემთხვევითი ძებნის მეთოდების კომბინირებულ გამოყენებაზეა დაფუძნებული. ნაპოვნია განტოლების მიახლოებითი ამოხსნები სიმეტრიული და არასიმეტრიული გარე ძალების ზემოქმედების შემთხვევაში. იტერაციის მეთოდით მიღებულ ცნობილ ამონახსნთან შედარება გვიჩვენებს, რომ შემოთავაზებული გზა უფრო ზუსტი და მარტივია.

MACHINE BUILDING SCIENCE

M. V. KHVINGIA, I. A. PITIMASHVILI

ON APPROXIMATE SOLUTION OF EQUATIONS OF NONLINEAR OSCILLATIONS BY A COMBINED METHOD OF HARMONIC BALANCE AND RANDOM SEARCH

Summary

The paper presents a method of approximate solution of differential equations of nonlinear oscillations based on the use of methods of harmonic balance and random search. By the method of harmonic balance, the differential equation of nonlinear oscillations is reduced to a system of nonlinear algebraic equations solved by the method of random search. Using the combined method of harmonic balance and random search, approximate solutions of the Duffing equation have been found at symmetric and asymmetric external forces for different sets of parameters.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Хаяси. Нелинейные колебания в физических системах. М., 1968.
2. Э. Д. Бут. Численные методы. М., 1959.
3. И. И. Соболь. Численные методы Монте-Карло. М., 1973.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 531.8

МАШИНОВЕДЕНИЕ

З. С. НАЦВЛИШВИЛИ

МЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ШЕСТИЗВЕННОГО РЫЧАЖНОГО СПАРЕННОГО МЕХАНИЗМА

(Представлено академиком Д. С. Тавхелидзе 19.11.1982)

В последние годы интерес к задачам проектирования шарнирных спаренных механизмов для воспроизведения теоретически точных законов движения значительно повысился. В работе [1] приведенный материал является логическим фундаментом для структурного синтеза таких механизмов.

Рассмотрим шестизвенный спаренный механизм, структурная схема которого приведена на рис. 1. Примем следующие обозначения для постоянных кинематических параметров: $AB=a$, $BC=b$, $CD=c$, $AB'=r$, $B'D'=l$ и дезаксиал—h.

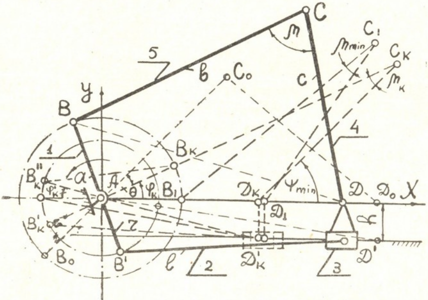


Рис. 1

Предположим, что при метрическом синтезе выбранного шестизвенного рычажного спаренного механизма задан ход ползуна — H, предельно-допустимое значение угла передачи — (μ), коэффициент возрастания скорости обратного хода — κ и минимальный угол наклона — ψ_{min} коромысла — C, отсчитываемый против движения часовой стрелки от оси X. Определению подлежат радиусы кривошипов r и а, длины шатунов l и b, длина коромысла — C, дезаксиал h и угол между кривошипами a и r.

На первом этапе проектирования по данным критериям определяет r, l и h.

На рис. 2 изображен кривошипно-ползунный механизм в двух крайних положениях $AB_0'D_0'$ и $AB_k'D_k'$.

Из рисунка видно, что

$$H = 2r + \frac{rh^2}{(l^2 - r^2)} \cdot \tag{1}$$

С другой стороны, из $\Delta AD'_k D'_0$ находим

$$H^2 = 2\left[r^2 + l^2 - (l^2 - r^2)\cos\theta\right], \tag{2}$$

где

$$\theta = 180^\circ \frac{K-1}{K+1},$$

угол

$$\theta = \mu_0 - \mu_k = \arccos\frac{h}{l+r} - \arccos\frac{h}{l-r} \cdot \tag{3}$$

По теореме синусов имеем

$$\frac{l-r}{\cos\mu_0} = \frac{H}{\sin\theta},$$

следовательно,

$$\sin\theta = \frac{hH}{l^2 - r^2}$$

и

$$K = \frac{180^\circ + \arcsin\dfrac{hH}{l^2-r^2}}{180^\circ - \arcsin\dfrac{hH}{l^2-r^2}} \cdot$$

Приведенные зависимости позволяют определить искомые постоянные кинематические параметры механизма. Нужно отметить, что задача имеет несколько вариантов решения и в зависимости от конкретных условий работы механизма можно подобрать из них самое оптимальное.

На втором этапе синтеза определяем кинематические параметры *a, b, c и $\angle$ BAB*[1].

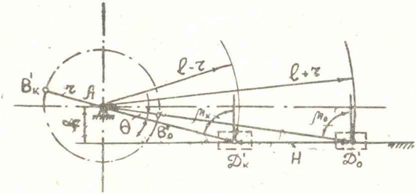


Рис. 2

Условие статической передачи силы на исполнительное звено механизма характеризуется углом передачи μ, который, монотонно изменяясь, достигает экстремальных значений при совпадении направлений кривошипа a с осью X. В крайнем положении механизма $AB_kC_kD_k$ угол поворота—φ_k кривошипа сравнительно небольшной, а угол $\mu_{\min}$ почти не отличается от угла μ_k (см. рис. 1).

Поэтому

$$\mu_{\min} \approx \mu_k.$$

Для работоспособности механизма необходимо

$$\mu_{\min} \geqslant [\mu] \text{ и } \mu_{\max} \leqslant 180^\circ - [\mu].$$

Из Δ ДСВ и Δ ДАВ находим

$$b^2 + c^2 - 2bc\cos\mu = a^2 + AD^2 - 2a \cdot AD\cos\varphi. \tag{5}$$

При $\varphi = 0$ из (5) найдем наименьшее значение

$$\cos\mu_{\min} = \frac{b^2 + c^2 - (a - AD)^2}{2 \cdot b \cdot c}. \tag{6}$$

При $\varphi = \pi$ имеем максимум

$$\cos\mu_{\max} = \frac{b^2 + c^2 - (a + AD)^2}{2 \cdot b \cdot c}. \tag{7}$$

Угол поворота кривошипа, соответствующий наивыгоднейшему значению $\mu = \frac{\pi}{2}$, определяется из соотношения

$$\cos\varphi = \frac{a^2 + AD^2 - (b^2 + c^2)}{2 \cdot a \cdot AD}. \tag{8}$$

Оптимальное соотношение при $\mu = \frac{\pi}{2}$ будет

$$a^2 + AD^2 = b^2 + c^2. \tag{9}$$

Минимальному углу наклона — $\psi_{\min}$ коромысла от оси X соответствует расстояние $AD_{\min}$

$$AD_{\min} = AD_k = \sqrt{(l - r)^2 - h^2}.$$

Из треугольников AC_kD_k и AC_0D_0 имеем

$$\frac{\sqrt{(l - r)^2 - h^2}}{\sin\mu_{\min}} = \frac{c}{\sin\varphi_k} = \frac{a + b}{\sin\psi_{\min}}. \tag{10}$$

$$(a + b)^2 + c^2 - 2(a + b)c \cdot \cos\mu_{\min} = (l - r)^2 - h^2, \tag{11}$$

$$(b - a)^2 + (l + r)^2 - h^2 - 2(b - a)\ (l + r)^2 - h^2 \cdot \cos(\theta + \varphi_k) = c^2, \tag{12}$$

где

$$\varphi_k = \psi_{\min} - \mu_{\min}.$$

Постоянный угол между кривошипами a и r определяется из того соображения, что оба механизма AB^1D^1 и $ABCD$ имеют синхронно протекающие одинаковые циклы движения. Поэтому началу и концу рабочего хода одного механизма должен соответствовать начало и конец рабочего хода другого механизма, следовательно,

$$\angle BAB' = 180^\circ - (\varphi_k + \varphi_k') = 180^\circ + \mu_{\min} - \psi_{\min} - \arcsin\frac{h}{l - r}. \tag{13}$$

Математическое описание решаемой задачи синтеза по заданным критериям находится в совместном рассмотрении устанавливаемых выше зависимостей.

Таким образом, изложенный метод метрического синтеза шестизвенного рычажного спаренного механизма можно распространить и на другие модификации спаренных рычажных механизмов. Логическая схема решения задачи синтеза должна навести на вывод наиболее компактных и оптимальных аналитических зависимостей, которые могут быть использованы в практике машиностроения и приборостроения.

Грузинский политехнический институт
имени В. И. Ленина

(Поступило 19.11.1982)

მანქანათმცოდნეობა

ზ. ნაცვლიშვილი

ექვსრგოლიანი ბერკეტული შეწყვილებული მექანიზმის მეტრული სინთეზი

რეზიუმე

ნაშრომში გადაწყვეტილია ექვსრგოლა ბერკეტული შეწყვილებული მექანიზმის სინთეზის ერთ-ერთი ამოცანა. გამოყვანილი ანალიზური დამოკიდებულებანი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სხვა მოდიფიკაციის შეწყვილებული მექანიზმებისთვისაც. სინთეზის ამოცანის გადაწყვეტის ლოგიკური სქემა საშუალებას გვაძლევს მექანიზმის მუდმივ კინემატიკურ პარამეტრებს შორის დავამყაროთ უფრო კომპაქტური და ოპტიმალური ანალიზური დამოკიდებულებანი, რომლებიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მანქანათმშენებლობისა და ხელსაწყოთმშენებლობის პრაქტიკაში.

MACHINE BUILDING SCIENCE

Z. S. NATSVLISHVILI

METRICAL SYNTHESIS OF A SIX-LINK LEVER MOTION PAIRED MECHANISM

Summary

A problem of synthesis of a six-link lever motion paired mechanism is considered.

The obtained analysis dependences may be used for other paired modifications of paired mechanisms.

The logical scheme of the solution of the synthesis problem enables to establish more compact and optimal analysis dependences between constant kinematic parameters which may be used in mechanical engineering and instrument making practice.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. З. С. Нацвлишвили. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 2 (234), 1981.
2. Г. Г. Баранов. Курс теории механизмов и машин. М., 1967.
3. В. А. Юдин, Л. В. Петрокас. Теория механизмов машин. М., 1977.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 621.941.2:62—52

МАШИНОВЕДЕНИЕ

В. Г. КОЛОСОВ, Д. С. ГАПРИНДАШВИЛИ, В. С. КОРОЛЕВ,
Л. А. СТАНКЕВИЧ, М. Д. АСАТИАНИ, А. Э. КИРАКОСЯН

ОСОБЕННОСТИ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМАХ ЧПУ СО СТРУКТУРОЙ CNC

(Представлено академиком Т. Н. Лоладзе 27.5.1983)

К настоящему времени накоплен положительный теоретический и практический опыт адаптивного управления в системах ЧПУ станками со структурой типа NC. В частности, это подтверждается исследованиями адаптивного управления ученых кафедры «Технология машиностроения» Грузинского политехнического института им. В. И. Ленина, результаты которых внедрены в отечественную промышленность на фрезерных станках с устройствами ЧПУ Н33-1М, Н33-2М.

Не затрагивая проблем выбора критерия и законов адаптивного управления, остановимся главным образом на достоинстве адаптивного управления в системах ЧПУ со структурой CNC. При этом ограничимся наиболее распространенным законом однопараметрического адаптивного управления, когда за счет целенаправленного изменения скорости подачи (регулируемый параметр) происходит стабилизация мощности привода главного движения, т. е. N.

Оптимальное значение N для данного участка обработки детали может быть указано технологом. Заметим, что достижение указанной стабилизации N производится изменением скорости подачи до значений, отличающихся от заранее запрограммированных и указываемых в управляющих программах под адресом F. В общем случае технологом задается ряд значений N для различных участков одной управляющей программы.

Внедрение адаптивного управления даже по рассмотренному простейшему закону обеспечивает в среднем годовую экономическую эффективность порядка 30 тыс. руб. на один станок.

Создаваемое устройство адаптивного управления должно учесть характеристики используемой системы ЧПУ со структурой NC. Это определяет необходимость проектировать каждый раз новое (специфическое устройство), аппаратурно реализующее возложенные на него функции с учетом особенностей конкретной системы ЧПУ. Это устройство должно выполнять следующие функции: ввод от УП текущего значения $N_з$, ввод текущего значения $N_{ист}$, преобразование одной из величин (ЦАП для $N_з$ или АЦП для $N_{ист}$) в одинаковую цифровую или аналоговую форму, сравнение $N_з$ и $N_{ист}$, контроль и ограничение $N_{мин} \leqslant N_{ист} \leqslant N_{макс}$ сопряжение вырабатываемого воздействия ΔF с входами, и параметрами устройства формирования скорости в составе ЧПУ (существующие УЧПУ устройства формирования скорости далеко не всегда приспособлены для приема ΔF, что приводит к необходимости решать функции узла формирования скорости в устройстве сопряжения, а существующее в УЧПУ — отключать).

Совершенная система ЧПУ со структурой *CNC* должна обеспечить оперативный ввод и энергонезависимое хранение системного математического обеспечения (СМО). Это возможно лишь при наличии в составе ЧПУ оперативного запоминающего устройства (ОЗУ) достаточной емкости. Возможность агрегатирования унифицированных узлов сопряжения с объектом управления (станком) позволяет определить неизбыточный комплект, обеспечивающий обмен информацией требуемым числом цифровых аналоговых сигналов.

Наличие ОЗУ в составе ЧПУ структуры *CNC* определяет ряд существенных достоинств этих систем [1]. Программируемость законов управления в CNC структурах приводит к ряду положительных свойств и при реализации в них адаптивного управления.

Общая структура системы *CNC* с адаптивным однопараметрическим управлением представлена на рис. 1.

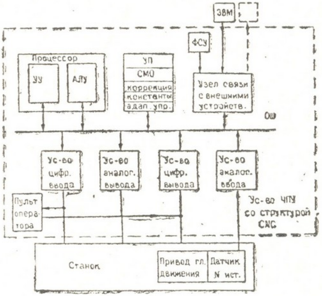


Рис. 1

Аппаратурные затраты на реализацию адаптивного управления сводятся в этом случае к установке датчика мощности привода главного движения. Действительно, аналоговое значение (чаще всего напряжение постоянного тока), соответствующее показаниям датчика, поступает в устройство ЧПУ со структурой CNC как один из аналоговых сигналов через устройство аналогового ввода. Как и другие сигналы обмена, поступающие через устройство цифрового и аналогового ввода, вывода и общую шину (ОШ), сигнал $N_{ист}$ становится доступным программе функционирования (СМО) и ее части, связанной с адаптивным управлением. Задаваемые значения $N_з$ также хранятся в запоминающем устройстве и используются в качестве операндов (наряду с $N_{ист}$) в тех ветвях программ (СМО), которые связаны с адаптивным управлением. Обратим внимание на возможные способы ввода множества значений $N_з$ в память устройства ЧПУ со структурой *CNC:* 1) ввод от управляющей программы; 2) ввод оператором через пульт оператора соответствующего множества пар чисел $N_з$ — номер кадра УП, начиная с которого следует стабилизировать указанное $N_з$; 3) ввод через ФСУ или от ЭВМ специального массива пар чисел, аналогичных способу 2. Следовательно, используя 2 или 3 способ ввода $N_з$, возможно обеспечить адаптивное управление при работе станков по «старому» (ранее накопленному) архиву перфолент с управляющими программами.

Рассмотренная организация однопараметрического адаптивного управления в системах ЧПУ со структурой CNC (рис. 1) и агрегатируемость узлов ввода, вывода позволяют сделать следующие выводы:

1. Организация адаптивного управления, как однопараметрического, так и многопараметрического, в системах ЧПУ со структурой CNC сводится к разработке специального математического обеспечения.

2. Аппаратурные затраты на реализацию адаптивного управления в системах ЧПУ со структурой *CNC* сводятся к установке датчиков обратной связи.

3. Реализация адаптивного управления в системах ЧПУ со структурой *CNC* возможна без изменения накопленного архива управляющих программ.

Таким образом, программируемость систем ЧПУ со структурой *CNC* приводит к чисто программному (без изменения технических средств) решению адаптивного управления.

Проведенный выше анализ адаптивного управления в системах ЧПУ со структурой *CNC*, а также совместные экспериментальные исследования затронутых вопросов в системах ЧПУ на базе серийного многоцелевого программируемого устройства типа ИЦО-П, выполненные в рамках творческого содружества ученых Грузинского политехнического института им. В. И. Ленина и Ленинградского политехнического института им. М. И. Калинина, полностью подтверждают актуальность и перспективность решения проблем адаптивного управления в системах ЧПУ со структурой типа *CNC*.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 27.5.1983)

მანქანათმცოდნეობა

ვ. კოლოსოვი, დ. გაფრინდაშვილი, ვ. კოროლიოვი, ლ. სტანკევიჩი,
მ. ასათიანი, ა. კირაკოსიანი

ადაპტური მართვის თავისებურებანი რიცხვული პროგრამული მართვის სისტემებში სტრუქტურით *CNC*

რეზიუმე

დამუშავდა, დამზადდა და წარმოებაში დაინერგა საფრეზო ჩარხების რიცხვული პროგრამული მართვის ახალი ხელსაწყო **ИЦО-П** ორიგინალური მიკროპროცესორის ბაზაზე ჩადგმული ადაპტური სისტემით.

CNC სტრუქტურის რიცხვული პროგრამული და ადაპტური მართვის ჩარხებზე ჩატარებული ექსპერიმენტების და წარმოებაში ექსპლუატაციის საფუძველზე დადგინდა მათი იმედიანობა და პერსპექტიულობა დეტალების დამუშავების მწარმოებლობის და სიზუსტის პრობლემის გადაწყვეტის საქმეში.

MACHINE BUILDING SCIENCE

V. G. KOLOSOV, D. S. GAPRINDASHVILI, V. S. KOROLEV,
L. A. STANKEVICH, M. D. ASATIANI, A. E. KIRAKOSJAN

PECULIARITIES OF ADAPTIVE CONTROL IN THE NPC SYSTEM WITH CNC STRUCTURE

Summary

A unit for lathes with NPC (numerical programming control) has been developed on the basis of an original microprocessor with a built-in adaptive system. The device has been manufactured and put into operation.

Experiments, analysis, and use of adaptive control in milling machines of NPC system with CNC structure have fully confirmed their reliability and further prospects for solving the problems of productivity and precision of the machining of parts under adaptive control.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Г. Колосов. Сб. «Автоматизация проектирования и экспериментальных исследований». Л., 1982.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 627.82.7:539.4

ГИДРОТЕХНИКА

М. И. ГОГОБЕРИДЗЕ, М. Г. ЗУРИАШВИЛИ

ВЕРОЯТНОСТНЫЙ МЕТОД УСТАНОВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧНОГО ПРОФИЛЯ ГРАВИТАЦИОННОЙ ПЛОТИНЫ ПО УСЛОВИЮ ПРОЧНОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 27.12.1982)

Расчет экономичного профиля гравитационной плотины в настоящее время производится по условиям прочности и устойчивости. Однако детерминистический метод, оперирующий коэффициентом запаса, не учитывает в полной мере случайного характера процессов и явлений, влияющих на техническое состояние сооружения. Поэтому представляется целесообразным вести расчет профиля вероятностно-статистическим методом с одновременным учетом коэффициента запаса.

Рассмотрим расчет гравитационной плотины с вертикальной напорной гранью по прочности, т. е. по условию отсутствия растягивающих напряжений в теле плотины. Минимальная ширина профиля, удовлетворяющая этому условию, выражается в виде

$$b = \frac{h}{\sqrt{\frac{\gamma_1}{\gamma} - \alpha}}, \tag{1}$$

где b — ширина профиля, м; h — высота плотины, м; γ — плотность бетона, кг/м^3; γ — плотность воды, кг/м^3; α — показатель снижения фильтрационного давления в результате противофильтрационных мероприятий.

Рассмотрим величины γ_1 и h из зависимости (1). Первая из них имеет определенный разброс как из-за дифференциации марки бетона по зонам плотины, так и непостоянства технологии приготовления бетонной смеси в течение длительного срока возведения сооружения. Таким образом, очевидно, что γ_1 — случайная величина. Многочисленными опытами доказано, что распределение значений γ_1 с достаточной точностью можно описать нормальным законом [1].

Как известно, высота гравитационной плотины устанавливается в виде

$$h = H_{\text{ст}} + \Delta h + h_{\text{в}}, \tag{2}$$

где $H_{\text{ст}}$ — расчетный статистический уровень воды в верхнем бьефе, м; Δh — высота ветрового нагона, м; $h_{\text{в}}$ — высота ветровой волны, м;

$$\Delta h = 2 \cdot 10^{-3} \frac{w^2_{10} D}{g H_{\text{ст}}} \cos \Theta; \tag{3}$$

$$h_{\text{в}} = \beta_0 \cdot 0{,}073\, k w_{10} \sqrt{D\varepsilon}; \tag{4}$$

Здесь ω_{10} — скорость ветра расчетной обеспеченности, м/с; D — длина разгона ветровой волны, км; Θ — угол между продольной осью водохранилища и господствующим направлением ветра; β_0 — коэффициент, учитывающий влияние мелководья;

$$k = 1 + \exp\left(-0,4\,\frac{D}{w_{10}}\right);$$

$$\varepsilon = \frac{1}{9 + 19\exp\left(-\frac{14}{w_{10}}\right)}.$$

Ввиду того что в выражение (2) через величины Δh и $h_{\text{в}}$ входит ряд случайных параметров $(w_{10},\ D,\ \cos\theta,\ \beta_0,\ k,\ \varepsilon)$, очевидно, что и величина h является случайной с нормальным законом распределения на основании центральной предельной теоремы Ляпунова [2].

Для получения количественного показателя надежности плотины по условию прочности применим метод «несущая способность—нагрузка», широко используемый в современных исследованиях надежности различных конструкций [3, 4]. Вероятность невозникновения в плотине растягивающих напряжений выразится в виде

$$P[R>Q]=P\left[b\sqrt{\frac{\gamma_1}{\gamma}-\alpha}>h\right]. \tag{5}$$

Для нормального распределения R и Q

$$P[R>Q]=0,5+\Phi\left[\frac{m_R-m_Q}{\sqrt{D_R+D_Q}}\right], \tag{6}$$

где $\Phi[\cdot]$ — функция Лапласа.

Следует отметить, что иногда для описания скорости ветра применяются законы распределения Релея и экспоненциальный [3, 4]. В таких случаях зависимость (5) примет соответственно следующий вид:

$$P=1-\frac{1}{\sqrt{1+\frac{\pi}{2}\,\frac{D_R}{m_Q^2}}}\exp\left(-\frac{\pi m_R^2}{4\,m_Q^2+2\,\pi D_R}\right) \tag{7}$$

и

$$P=1-\exp\left(0,5\,\frac{D_R}{m_Q^2}-\frac{m_R}{m_Q}\right). \tag{8}$$

В вышеприведенных зависимостях (6)—(8) математическое ожидание и дисперсия соответственно для «несущей способности» и «нагрузки» имеют вид

$$m_R=b\sqrt{\frac{m_{\gamma_1}}{\gamma}-\alpha}; \tag{9}$$

$$D_R=\frac{0,25\,b^2 D_{\gamma_1}}{\gamma^2\left(\frac{m_{\gamma_1}}{\gamma}-\alpha\right)}; \tag{10}$$

$$m_Q=H_{\text{ст}}+2\cdot10^{-3}\,\frac{D}{gH_{\text{ст}}}\cos\theta\, m_{w_{10}}^2+0,34\,D+0,76-0,26\sqrt[4]{D}; \tag{11}$$

$$D_Q=\left(4\cdot10^{-3}\,\frac{D}{gH_{\text{ст}}}\cos\theta\, m_{w_{10}}\right)^2\cdot D_{w_{10}}. \tag{12}$$

Таким образом, предложенные зависимости дают возможность установить экономичное значение ширины основания плотины при заданных значениях вероятности непоявления растягивающих напряжений.

На рис. 1 приведены графики зависимости между коэффициентом запаса K_3 и вероятностью невозникновения растягивающих напряжений в плотине P при различных коэффициентах вариации плотности бетона и гидростатической нагрузки v.

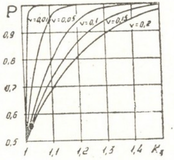


Рис. 1

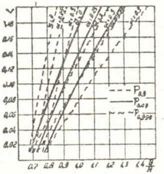


Рис. 2

На рис. 2 представлены графики зависимости отношения $\frac{b}{H}$ от коэффициента вариации v при различных значениях коэффициента α и вероятности P. Указанные графики дают возможность при заданных значениях v, α и P не только выбрать требуемую ширины основания плотины b, но и решить ряд экономических задач на этапе проектирования. Пользуясь ими, проектировщик может правильным варьированием параметрами v, α и $\frac{b}{H}$ с минимальными затратами добиться требуемой надежности сооружения.

Грузинский научно-исследовательский институт
энергетики и гидротехнических
сооружений

(Поступило 31.12.1982)

ჰიდროტექნიკა

მ. ლოლობერიძე, მ. ზურიაშვილი

სიმტკიცის პირობების გათვალისწინებით გრავიტაციული კაშხლის ეკონომიური პროფილის დადგენის ალბათური მეთოდი

რეზიუმე

ბეტონის სიმკვრივის შემთხვევითი ხასიათისა და ნაგებობებზე ჰიდროსტატიკური დაწოლისას, ამასთან როდესაც გვაქვს ქარის სიჩქარის განაწილების სხვადასხვა კანონი, მოცემულია გრავიტაციული კაშხლის პროფილის ეკონომიური სიგანის ასარჩევი საანგარიშო დამოკიდებულებები მასში წარმოთქმული ძაბვების გათვალისწინებით.

HYDRAULIC ENGINEERING

M. I. GOGOBERIDZE, M. G. ZURIASHVILI

A PROBABILISTIC METHOD OF DETERMINING THE ECONOMICAL PROFILE OF A GRAVITY DAM

Summary

Taking into consideration the random nature of hydrostatic load and concrete density, calculation formulae have been derived for selecting the economically feasible width of a gravity dam profile. The proposed formulae permit quantitative determination of the reliability of the structures and the solution of a number of economic problems.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Ничипорович. Плотины из местных материалов. М., 1973.
2. Е. С. Вентцель. Теория вероятностей. М., 1961.
3. А. Р. Ржаницын. Теория расчета строительных конструкций на надежность. М., 1978.
4. К. Капур, Л. Ламберсон. Надежность и проектирование систем. М., 1980.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 532.543

ГИДРОТЕХНИКА

К. А. АРОБЕЛИДЗЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ С ВОЗМУЩЕНИЕМ ЗЕРКАЛА ВОДЫ В АВАНКАМЕРЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Сванидзе 10.1.1983)

Для обеспечения оптимальных режимов работы гидротехнических сооружений необходимо обеспечивать устойчивость динамических процессов, протекающих в системе. К сожалению, большая часть дифференциальных уравнений, описывающих реальные гидродинамические процессы, не имеет аналитического решения. При исследовании устойчивости в «малом» подводящей системы насосных станций, состоящей из подводящего канала, переходящего в дюкер, заканчивающийся аванкамерой насосной станции, для замыкания системы уравнений возмущений воспользуемся уравнением для напора, развиваемого лопастным насосом, записанным на основании уравнения Эйлера [1]

$$H_{н} = k_1 - k_2 Q_{н} - k_3 Q^2_{н} \tag{1}$$

и уравнением характеристики сети (трубопровода)

$$H_{сети} = H_{ст.} + k_{тр.} \; Q^2_{н}, \tag{2}$$

где $k_1 = [(1 + k_{в})/2g] \cdot (\pi \cdot D \cdot n/60)^2$; $k^2 = (k_{в} \cdot n \cdot \mathrm{ctg}\,\beta/g \cdot 60B)$; $k_3 = [(1 - k_{в}) \cdot (1 + \mathrm{ctg}^2\beta)/2g\,(\pi \cdot D \cdot B)^2$; $k_{в}$ — коэффициент восстановления (в режиме, близком к оптимальному, он достигает значения 0,4÷0,6); D и B — выходной диаметр рабочего колеса и его высота; n — число оборотов; β — угол, приблизительно равный выходному углу лопасти; g — ускорение силы тяжести; $Q_{н}$ — расход (подача) насоса; $H_{ст}$ — статический или геометрический напор; $k^{т}{}_{р}$ — коэффициент для данного трубопровода, сохраняющий постоянное значение, для неразветвленного трубопровода

$$k_{тр.} = \frac{16}{2g\pi^2}\left(\sum \lambda_i \frac{l_i}{d_i^3} + \sum \zeta_i \frac{1}{d_i^4}\right).$$

Здесь l_i и d_i — соответственно длины и диаметры участков трубопроводов; λ_i и ζ_i — соответственно коэффициенты потерь на трение по длине и местные. Условимся всюду ниже отмечать индексом «о» элементы, соответствующие стационарному режиму движения, а изменения расхода и глубины обозначим соответственно через q и ξ.

Предположим, что после внесения возмущений в систему в виду их малости число оборотов рабочего колеса насоса осталось прежним.

Если при этом мы не меняем угла поворота рабочих лопастей, то в уравнении (1) величины k_1, k_2 и k_3 можно считать постоянными. Учитывая также, что наличие инерционного члена dq/dt в напорном трубопроводе насосной станции лишь улучшает условия устойчивости системы, в силу чего этим членом можно пренебречь, уравнения напора, развиваемого лопастным насосом, и характеристики сети примут вид

$$H_{н} = k_1 - k_2 (Q_{н,0} + q) - k_3 (Q_{н,0} + q)^2 \tag{3}$$

и

$$H_{сети} = H_{ст.} + \xi + k_{тр.} (Q_{н,0} + q)^2. \tag{4}$$

После внесения возмущений величина фактической подачи насоса как и прежде будет определяться точкой пересечения характеристик сети и насоса, то есть условие $H_{сети} = H_{насоса}$ останется в силе. На основании этого из уравнений (3) и (4) мы получаем соотношение для взаимосвязи ξ и q

$$q = T\,\xi, \tag{5}$$

где

$$T = 1/[k_2 + 2Q_{н,0}(k_{тр} + k_3)].$$

Здесь же укажем, что на основании уравнений динамики и неразрывности, а также уравнения (5) можно вынести критерии для оценки размеров аванкамеры и первоначальных потерь напора в системе, обеспечивающие условия устойчивости, когда отметку уровня в канале перед дюкером можно считать постоянной [2]

$$\Omega > \frac{Q_{н,0} \cdot l}{2h_w\, g\, \omega_g} \cdot T, \tag{6}$$

где l — длина дюкера; h_w — первоначальные потери напора в системе; ω_g — площадь сечения дюкера; Ω — площадь зеркала аванкамеры

$$\frac{Q_{н,0}}{2T} > h_w. \tag{7}$$

В случае, когда возмущения в аванкамере отражаются на глубине воды в канале и отражением воды от конца канала можно пренебречь, эти критерии выглядят так:

$$\Omega > \frac{(1-\lambda) \cdot B_0 Q_0\, l\, T}{[(1-\lambda) \cdot B_0\, 2\, h_w + \lambda \omega_0] \cdot \omega_g \cdot g} \tag{8}$$

и

$$\frac{(1-\lambda) B_0 Q_0 - \lambda \omega_0 T}{2(1-\lambda) B_0 T} > h_w, \tag{9}$$

где B_0 и ω_0 — ширина канала поверху и площадь живого сечения;

$$\lambda = \sqrt{B_0 Q_0^2 / g\, \omega_0^3}.$$

Здесь же укажем, что при нулевых скоростях в канале, то есть при $\lambda = 0$, критериальные условия (8) и (9) переходят в (7) и (6). Из формул (8) и (9) видно, что наличие волнового режима в подводящем канале улучшает условие (8) и ухудшает условие (9) [3].

Грузинский научно-исследовательский
институт энергетики
и гидротехнических сооружений

(Поступило 14.1.1983)

ჰიდროტექნიკა

კ. არობელიძე

სატუმბო სადგურის მწარმოებლობისა და ავანკამერაში წყლის ზედაპირის შეშფოთების ურთიერთკავშირის გამოკვლევა

რეზიუმე

განხილულია მიმყვანი არხის, დიუკერისა და სატუმბო ავანკამერის სისტემაში წყლის მოძრაობის რეჟიმის „მცირე მიახლოვებაში" მდგრადობის გავლენა სატუმბო სადგურის მწარმოებლობაზე.

HYDRAULIC ENGINEERING

K. A. AROBELIDZE

INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE PUMPING STATION CAPACITY AND WATER SURFACE DISTURBANCE IN THE FOREBAY

Summary

The influence of stability in small approximation of the water flow in the system: intake conduit, siphon and forebay on the pumping station capacity has been investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. И. Кривченко. Насосы и гидротурбины. М., 1970.
2. А. С. Клюев. Автоматическое регулирование. М., 1973.
3. Н. А. Картвелишвили. Изв. АН СССР, ОТК, № 11, 1958.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 532.329.5

ГИДРОТЕХНИКА

Н. Е. ВАСАДЗЕ, А. Н. ПРОХОРОВ, В. А. АНИСТРАТЕНКО

СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ НА СТУПЕНИ КОНТАКТА ФАЗ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 14.4.1984)

Массообменные показатели контактных устройств существенно зависят от скорости движения жидкой фазы [1—4]. В работе изучается влияние конструктивных элементов контактных устройств и газо-жидкостных нагрузок на скорость жидкой фазы.

Для теоретического обоснования изменения скорости жидкой фазы по длине рабочей части ступени контакта x рассматривается модель, не учитывающая силы трения между фазами.

Как известно, скорость жидкости увеличивается за счет изменения скорости истечения газового потока по высоте газо-жидкостного слоя. Принимая, что в результате взаимодействия количества движения газового потока в жидкости скорость первого стабилизируется, составляем дифференциальное уравнение баланса количества движения для элементарной поверхности полотна тарелки ds через которую в единицу времени протекает расход жидкости L_0 и проходит газ массой dG

$$dG\omega \cos \alpha + L_0 \rho_L u = dGv + L_0 \rho_L (u + du), \tag{1}$$

где ω — скорость истечения газа из прорези клапана, м/с; α — угол наклона клапана; u — скорость жидкой фазы, м/с; ρ_L — плотность жидкой фазы, кг/м^3.

Рассмотрим схему прямоточного клапана с разделяющей перегородкой [5].

Скорость истечения газовой фазы из нижней и верхней зон клапана

$$\omega_1 \neq \omega_3. \tag{2}$$

При работе клапана без подачи жидкости на ступени контакта сопротивления проходу газа через верхнюю и нижнюю зоны клапана будут равны

$$\Delta P_{c1} = \Delta P_{c3}. \tag{3}$$

Сопротивление проходу газового потока через одну из зон будет равно

$$\Delta P_{ci} = \xi_i \frac{\rho_G \omega_i^2}{2}, \tag{4}$$

где ξ_i — коэффициент гидравлического сопротивления; ρ_G — плотность газа, кг/м^3; ω_i — скорость истечения газовой фазы из зоны i, м/с.

Подача жидкости на ступени контакта вызывает перераспределение истечения газа из верхней и нижней зон. При этом сохраняется равенство

$$\Delta P_{п1} = \Delta P_{п3}, \tag{5}$$

где $\Delta P_п$ — полное сопротивление зоны 1, 3 клапана.

В развернутой форме

$$\Delta P_{пi} = \xi_i \frac{\rho_G \omega_i^2}{2} + \sum_{i=1}^{4} h_i, \tag{6}$$

где h_i — высота слоя светлой жидкости, находящейся под зоной клапана, м.

Расход газовой фазы с любой из зон клапана

$$G_i = \omega_i h_i b, \tag{7}$$

где h_i— высота зоны i клапана, а b — его ширина, м.

Совместное решение уравнений (6) и (7) позволяет вычислить скорость истечения газовой фазы из первой зоны клапана

$$\omega_1 h_1 b + h_3 b \sqrt{\omega_1^2 = \frac{2(h_1 + h_2)}{\xi \rho_G}} = G, \tag{8}$$

где G — суммарный расход газовой фазы, проходящей через клапан, м^2/с.

Уравнение (8) решается относительно ω_1 графо-аналитическим методом.

Скорость истечения газовой фазы из второй зоны

$$\omega_3 = \frac{G - \omega_1 h_1 b}{h_3 b}. \tag{9}$$

Масса газа, проходящая через элементарную поверхность ступени контакта, будет равна

$$dG = \omega_k \rho_G ds, \tag{10}$$

где ω_k — скорость газа над контактным слоем, м/с; ρ_G — плотность газа кг/м^3.

Принимая, что массообменное устройство представляет собой поток шириной a

$$ds = a dx. \tag{11}$$

Учитывая уравнения (10) и (11) и разделяя переменные, получаем дифференциальное уравнение для вычисления скорости жидкой фазы

$$du = \frac{\omega_k \rho_G a}{L_0 \rho_L} (\omega \cos \alpha - \omega_k) \, dx. \tag{12}$$

Интегрирование левой и правой части уравнения (12) дает выражение для скорости газо-жидкостного слоя в различных слоях

$$u = \frac{\omega_k \rho_G a}{L_0 \rho_L} (\omega \cos \alpha - \omega_k) \, x. \tag{13}$$

Киевский технологический институт
пищевой промышленности

(Поступило 18.4.1984)

ჰიდროტექნიკა

ნ. ვასაძე, ა. პროხოროვი, ვ. ანისტრატენკო

სითხის მოძრაობის სიჩქარე ფაზების შეხების საფეხურზე

რეზიუმე

მიღებულია მათემატიკური გამოსახულება სითხის სიჩქარის განსასაზღვრავად მისი აირთან ურთიერთქმედების შემდეგ შეხების საფეხურის კონსტრუქციული ზომების გათვალისწინებით.

HYDRAULIC ENGINEERING

N. E. VASADZE, A. N. PROKHOROV, V. A. ANISTRATENKO

THE VELOCITY OF LIQUID FLOW AT THE PHASE CONTACT STEP

Summary

A mathematical dependence has been obtained for the calculation of the liquid phase velocity after its interaction with gas, taking into account the structural dimensions of the contact step.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Г. Плит. ЖПХ, 42, № 12, 1969, 2739—2745.
2. В. Б. Исаев, Ю. К. Мальканов, В. Д. Космик. Изв. вузов, Химия и хим. технология, 20, № 6, 1977, 930—933.
3. А. М. Розен. Масштабный переход в химической технологии. М., 1980, 319.
4. В. В. Кафаров. Основы массопередачи. М., 1972, 434.
5. Н. Е. Васадзе, В. А. Анистратенко. Сообщения АН ГССР, № 3, 1981, 661—664.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲘᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 626.212

ГИДРОТЕХНИКА

И. Г. КРУАШВИЛИ

СИЛОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ВОДНОГО ПОТОКА НА ЧАСТИЦУ, ЛЕЖАЩУЮ НА ДНЕ ВОДОТОКА С УЧЕТОМ ФИЛЬТРАЦИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 9.9.1983)

Силовое воздействие водного потока на частиц-агрегатов, слагающих ложа водотоков, является основной причиной эрозии русел, изучению которой посвящены многочисленные исследования [1—5].

Однако все эти работы игнорировали влияние фильтрации на изменение кинематической структуры основного потока из-за несоизмеримости основного и фильтрационного потока.

В связи с этим в лаборатории гидровлики и ГТС ГрузСХИ были поставлены целевые опыты на специально разработанной установке по изучению силового воздействия водного потока на частицу, лежащую на дне водотока с учетом фильтрации.

При проведении экспериментов был реализован полный факторный план с добавлением двух уравнений варирования —0,5 и +0,5. В качестве факторов выбирались величины $x_1 = \frac{d}{h}$ и $x_2 = \frac{v_ф}{v_л}$, которые удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым факторам.

В нашем случае имеется прямоугольная двухмерная локальная область факторного пространства, изменяющегося в следующем диапазоне:

$$0{,}0161 \leqslant \frac{d}{h} \leqslant 0{,}2540,$$

$$0{,}00043 \leqslant \frac{v_ф}{v_л} \leqslant 0{,}03719.$$

При каждом эксперименте диаметры зерен шереховатости выбирались равными диаметрам частиц, испытывающих силовое воздействие водного потока. За искомый параметр принималась действующая сила отрыва частицы от дна F, отнесенная к среднему весу частицы G_0.

С помощью математической теории планирования эксперимента в качестве модели принимается выражение

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{12} X_1 X_2. \tag{1}$$

В каждой точке плана реализовались пять параллельных опытов (дальнейшая обработка показала, что этого достаточно для однородности дисперсии).

План проведения эксперимента и средние значения усилий F при фильтрации и без нее даны в таблице.

Предварительная оценка коэффициентов в уравнении (1) производилась методом наименьших квадратов.

Решение системы алгебраических уравнений для двухфакторного эксперимента проводилось на ЭВМ Aplixi (Франция), программный язык — язык высокого уровня «APL», программа «MNKWA».

№	X_1	X_2	d/h	$v_ф/v_л$	$v_ф \neq 0$	$v_ф = 0$
					$\overline{F}$	$\overline{F}$
1	−1	−1	0,0161	0,00043	0,00030	0,00023
2	−0,5	−1	0,0756	0,00043	0,00397	0,0031
3	0	−1	0,1351	0,00043	0,00612	0,00482
4	+0,5	−1	0,1946	0к00043	0,00572	0,00419
5	+1	−1	0.2540	0,00043	0,00359	0,00276
6	−1	−0,5	0,0161	0,00962	0,00067	0,00049
7	−0,5	−0,5	0,0756	0,00962	0,00533	0,00392
8	0	−0,5	0,1351	0,00962	0,00741	0,00549
9	+0,5	−0,5	0,1946	0,00962	0,00739	0,00543
10	+1	−0,5	0,2540	0,00962	0,00475	0,00348
11	−1	0	0,0161	0,01881	0,00120	0,00081
12	−0,5	0	0,0756	0,01881	0,00562	0.00379
13	0	0	0,1351	0,01881	0,00812	0,00559
14	+0,5	0	0,1946	0,01881	0,00782	0,00525
15	+1	0	0,2540	0,01881	0,00559	0,00368
16	−1	+0,5	0,0161	0,02800	0,00111	0,00067
17	−0,5	+0,5	0,0756	0,02800	0.00569	0,00343
18	0	+0,5	0,1351	0,02800	0,00785	0,00482
19	+0,5	+0,5	0,1946	0,02800	0,00772	0,00468
20	+1	+0,5	0,2540	0,02800	0,00570	0,00354
21	−1	+1	0.0161	0,03719	0,00028	0,000135
22	−0,5	+1	0,0756	0,0 719	0,00486	0,00267
23	0	+1	0,1351	0.0: 719	0,00732	0,00398
24	+0,5	+1	0,1946	0,03719	0,00711	0,00384
25	+1	+1	0,2540	0,03719	0,00491	0,00271

Полученные величины вводились на ЭВМ М-6000 как начальные оценки коэффициентов в программу (диалоговую) обработки и плани-

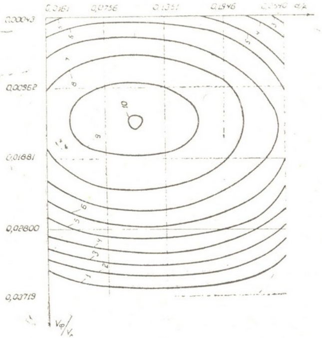


Рис. 1. Сечения поверхности отклика для $\frac{F}{G_0}$

рования эксперимента, которая итерационным методом Марквардта определяла окончательные значения.

Сечения поверхности отклика, построенные по полученной зависимости, см. на рис. 1.

Окончательная модель будет иметь следующий вид:

$$\widetilde{Y}=0{,}307211+0{,}08536\,\widetilde{X}_1+0{,}022341\,\widetilde{X}_2-0{,}176665\,\widetilde{X}_1^2-$$
$$-0{,}047867\widetilde{X}_2^2+0{,}008276\,\widetilde{X}_1\widetilde{X}_2. \qquad (2)$$

Подставляя значения $\widetilde{X}_1$, $\widetilde{X}_2$ и $\widetilde{Y}$ получаем

$$\frac{\widehat{F}}{G_0}=0{,}307211+0{,}08536\left(\widetilde{\frac{d}{h}}\right)+0{,}022341\left(\widetilde{\frac{v_ф}{v_л}}\right)-0{,}176665\left(\widetilde{\frac{d}{h}}\right)-$$
$$-0{,}047867\left(\widetilde{\frac{v_ф}{v_л}}\right)^2+0{,}008276\left(\widetilde{\frac{d}{h}}\right)\left(\widetilde{\frac{v_ф}{v_л}}\right)\ldots \qquad (3)$$

Следует отметить, что в зависимости (3) подразумеваются кодированные значения $\left(\frac{d}{h}\right)$ и $\left(\frac{v_ф}{v_л}\right)$.

Графики, построенные по зависимости (3), показаны на рис. 2 и 3.

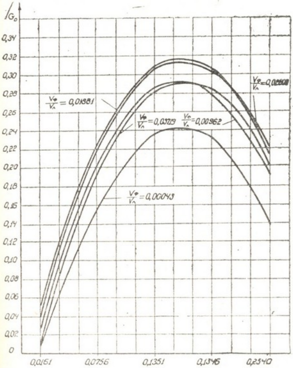


Рис. 2. График зависимости F/G_0 от d/h при фиксированном значении $v_ф/v_л$

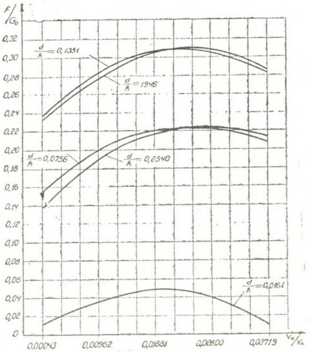


Рис. 3. График зависимости F/G_0 от $v_ф/v_л$ при фиксированном значении d/h

Анализ полученных результатов показывает, что с увеличением $\frac{d}{h}$ (рис. 2) силовое воздействие водного потока на частицу, лежащую на дне водотока, возрастает до некоторого значения, так как увеличивается миделевое сечение частицы. Последующее увеличение $\frac{d}{h}$ вызывает резкое изменение кинематической структуры основного потока, вследствие чего происходит перераспределение скоростей, обуславливающих уменьшение силового воздействия потока на частицу.

С увеличением $\frac{v_ф}{v_л}$ (рис. 3) силовое воздействие потока на частицу, лежащую на две водотока, увеличивается до некоторого значения, что объясняется увеличением донных скоростей, которые вызывают увеличение силового воздействия. Начиная с некоторого значения $\frac{v_ф}{v_л}$ силовое воздействие потока уменьшается, что объясняется резким изменением направления вектора скорости перед частицей.

Силовое воздействие водного потока на частицу, лежащую на дне водотока при фильтрации, носит экстремальный характер. Однако сравнение величин силового воздействия водного потока на частицу, при наличии фильтрации и без нее, показывает, что при всех прочих равных условиях силовое воздействие при фильтрации больше, чем при ее отсутствии.

Грузинский сельскохозяйственный институт

(Поступило 15.9.1983)

ჰიდროტექნიკა

ი. ყრუაშვილი

წყლის ნაკადის ძალური ზემოქმედება კალაპოტის ფსკერზე მდებარე ნაწილაკზე ფილტრაციის გათვალისწინებით

რეზიუმე

ექსპერიმენტული კვლევის საფუძველზე დადგინდა, რომ ფილტრაციული ნაკადი მიუხედავად მისი უთანაზომობისა ძირითად ნაკადთან შედარებით, დიდ გავლენას ახდენს კალაპოტის ფსკერზე მდებარე ნაწილაკზე მოქმედი ნაკადის ჰიდრომექანიკური ძალის სიდიდეზე და ის ემორჩილება ექსტრემალურ კანონს.

ეროზიული პროცესების პროგნოზირებისას საინჟინრო ამოცანების გადაწყვეტის დროს, აუცილებელია ამ ფაქტორის გათვალისწინება, რადგან ის მთლიანად ცვლის სიჩქარეთა განაწილების ეპიურას ვერტიკალურ კვეთში.

HYDRAULIC ENGINEERING

I. G. KRUASHVILI

THE EFFECT OF WATER FLOW ON THE PARTICLE ON THE CHANNEL BED WITH ACCOUNT OF SEEPAGE

Summary

Experimental investigations have proved that the seepage flow—though not commensurate with the main flow—greatly affects the value of the hydromechanical force of the flow acting on the particle on the channel bed, and it obeys the extremal law. When forecasting erosional processes in solving engineering problems, it is necessary to consider this factor, for it totally changes the epure of the velocity distribution in the vertical profile.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. А. Великанов. Русловой процесс. М., 1958.
2. В. Н. Гончаров. Основы динамики русловых потоков. Л., 1954.
3. И. Ф. Бурлаи. Метеорология и гидрология, № 6, 1946.
4. Ц. Е. Мирцхулава. Размыв русел и методика оценки их устойчивости. М., 1967.
5. Ф. Е. Гольдин. Сб. научных статей ВНИИГиМ «Эрозионные и селевые процессы и борьба с ними», вып. 4., 1975.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲑᲔ, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 631.461.2(479.22)

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

А. В. БОБРОВИЦКИЙ, Н. В. ДЖЕБИСАШВИЛИ

ОСОБЕННОСТИ АССОЦИАЦИЙ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ БУРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ПОД ЕЛОВЫМ И БУКОВЫМ ЛЕСОМ ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. К. Дараселия 3.3.1983)

Трансформационные процессы глинистых минералов в системе лес-почва-почвообразующая порода представляют большой интерес для познания генетических особенностей бурых лесных почв. В работах Б. П. Градусова и Т. Ф. Урушадзе [1, 2] показана в основном роль литологического и биоклиматического факторов в формировании ассоциаций глинистых минералов лесных почв Восточной и Западной Грузии.

В настоящей работе дана более детальная характеристика ассоциаций глинистых минералов, сформированных на различных почвообразующих породах Западной и Восточной оконечностей Триалетского хребта под различными лесообразующими породами.

Особенностью глинистых минералов изученных почв является наличие большого количества лабильных компонентов во всех образцах с присутствием значительного количества аморфных веществ в почвах на андезито-базальтах (особенно под елью), что выражается максимумами и пологими кривыми в малоугловой области дифрактограмм. Валовой химический состав илистой фракции изученных почв характеризуется значительным содержанием магния и полуторных окислов, что указывает на присутствие групп как 14 Å-ных, так и каолинитовых минералов (таблица). Высокие соотношения SiO_2 к Al_2O_3 и Fe_2O_3 сви-

Валовой химический состав фракции <0,001 мм бурых лесных почв под еловыми и буковыми лесами Восточной Грузии

Разрез, лес, порода	Горизонт	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	K_2O	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$
ЦГ-К	A_1	52,59	21,27	10,08	1,47	1,23	4,23	13,98
Ель	B_1	51,75	21,20	10,37	2,62	1,14	4,16	13,47
Андезито-базальт	BC_2	52,12	21,31	10,43	2,62	1,14	4,17	13,35
МЗ-К	A_1	52,81	21,54	9,70	2,89	1,41	4,17	14,67
Бук	B_1	53,08	23,24	11,89	3,33	1,45	3,89	11,94
Андезито-базальт	BC_2	51,48	22,72	12,50	3,43	1,58	3,86	11,00
БВ-К	A_1	55,00	20,16	9,60	3,00	2,16	4,65	15,27
Ель	B_1	51,11	20,29	10,26	2,85	2,28	4,30	13,30
Песчаник	BC_2	51,22	21,50	12,44	3,79	1,49	4,06	11,08

детельствуют о преимущественно сиаллитном характере выветривания минералов. Судя по содержанию калия в илистой фракции, количество гидрослюдистого компонента в изученных ассоциациях глинистых минералов колеблется: в разрезе ЦГ-К в пределах 20% (K_2O—1,13—1,23%), в разрезе БВ-К от 20 до 40% (K_2O—1,49—2,8), в разрезе

МЗ-К от 23 до 27% (K_2O—1,41—1,58%) в разрезе БТ-К в пределах 25%.

Бурые лесные почвы на андезито-базальтах (рис. 1,I) характеризуются значительным содержанием в них каолинит-галлуазитовых минералов (особенно под елью), которые идентифицируются на дифрактограммах воздушно-сухих образцов по рефлексам в областях 7,16—7,8 и 4,4—4,5Å, исчезающим после прокаливания. Отсутствие выраженных рефлексов 7,16 и 3,55—3,58Å указывает на весьма несовершенную разновидность каолинита, аналогичную описанной в горно-луговых почвах на порфиритах перевала Цхра-цкаро [2]. Структурной особенностью каолинит-галлуазитовых компонентов в почве под елью является сдвиг d001 галлуазита от 7,2 до 8Å вниз по профилю и стабилизация рефлекса 7,7—7,8 Å ниже горизонта B_2 (рис. 1, ЦГ-К). В нижних горизонтах почв на андезито-базальтах наблюдается сингенетичность каолинит-галлуазитовых минералов почвообразующей породы.

Монтмориллонит в воздушно-сухих образцах отмечен рефлексами 14,7—14,9Å, смещающимися после сольватации глицерином до 17,6—19,8Å (рис. 1,I). Здесь же отмечены и слюда-монтмориллонитово-смешаннослойные образования (16,5Å в воздушно-сухих образцах, 19,6—23,4Å после насыщения глицерином с d002 10,8—12,6Å). Рефлексы 14,2—14,5 Å в насыщенных глицерином образцах, сдвигающиеся после нагревания в область 10,2—13Å, свидетельствуют о присутствии хлорит-монтмориллонитовых минералов [1]. В горизонтах BC_2 обоих разрезов, судя по сходству профилей дифрактограмм, количество монтмориллонита примерно одинаковое. В разрезе МЗ-К под буком преобладают монтмориллонит и смешаннослойный слюда-монтмориллонит. Каолинит-галлуазитовые минералы здесь в меньшем количестве при равном соотношении обоих компонентов, судя по соотношению рефлексов 4,5 и 3,57—3,58Å. Аморфных компонентов здесь также меньше.

Гидрослюд в почвах мало, они несовершенны и идентифицируются по рефлексам 5—5,03Å и реже 10—10,1Å. Количество их с учетом слюдистых прослоек в смешаннослойных образованиях колеблется в пределах 20—30%, что подтверждается также небольшим содержанием (1,1—1,8%) K_2O в илистой фракции, особенно под ельником на андезито-базальтах (1,1—1,2% K_2O в разрезе ЦГ-К). В почвах на песчаниках гидрослюд больше: в верхних горизонтах — 35—40%, а в нижних — около 25%.

Идентичность монтмориллонитовых рефлексов в почвах под буком ниже горизонта AB при сравнении как по генетическим горизонтам разреза МЗ-К, так и особенно с горизонтом BC_2 под елью свидетельствует о высокой биологической активности ельникового биоценоза при трансформации глинистых и, по-видимому, также первичных минералов андезито-базальтов.

Если в андезито-базальтах изменение минералов под лесом идет по пути аморфизации и увеличения количества галлуазита, то в песчаниках контрасты не столь значительны, хотя влияние ели и здесь характеризуется более интенсивным изменением минералов вплоть до нижних горизонтов (рис. 1,II).

Судя по нижним горизонтам BC_2 обоих рассматриваемых разрезов — БВ-К и БТ-К, унаследственные от материнской породы глинистые минералы представлены вермикулитом, каолинитом и монтмориллонитом с подчиненным количеством гидрослюд. Уже в нижних горизонтах заметны более интенсивные рефлексы вермикулита — 14,3 и 4,76Å после насыщения глицерином, исчезающие в прокаленных образцах, и гидрослюд — 5 и 10, 1Å в почве под буком.

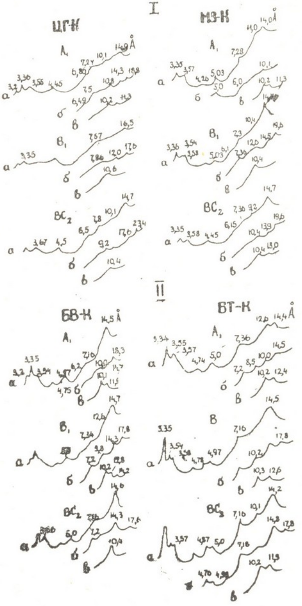


Рис. 1. Рентгендифрактограммы илистой фракции 1 мк бурых лесных почв в Восточной Грузии: I — на андезитобазальтах под елью (разрез ЦГ-К) и буком (разрез МЗ-К); II — на песчаниках под елью (разрез БВ-К) и буком (разрез БТ-К); а — Mg-замещенный воздушно-сухой образец; б — насыщенный глицерином; в — прокаленный при 550°С

Насыщенные глицерином образцы почвенного ила под буком (рис. 1, БТ-К) характеризуются более интенсивными вермикулитовыми рефлексами (14,3—14,5 и 4,74—4,78Å), чем под елью (рис. 1, БВ-К), где преобладает монтмориллонит (17,6—18,3Å). Из-за значительного количества монтмориллонита в разрезе БВ-К присутствие гидрослюд можно обнаружить в основном по рефлексам 4,98—5Å после насыщения глицерином. Преобладание вермикулита над монтмориллонитом заметно только в горизонте BC_2 разреза БВ-К. В верхних горизонтах, наряду с большим количеством монтмориллонита, заметно присутствие хлорит-вермикулитовых смешаннослойных образований по рефлексам 10,7—12,8—13,7Å в прокаленных образцах, что характерно для всех горизонтов разреза БТ-К.

Во всех образцах обоих разрезов присутствуют также каолинит (7,16—7,3 и 3,55—3,58Å) с весьма несовершенной структурой, кварц (4,26 и 3,34Å) и полевые шпаты (3,2Å).

Наличие рефлексов 3,35—3,36 и 5,03, 10,4Å свидетельствует о присутствии слюда-монтмориллонитовых минералов с большим количеством слюдистых пакетов.

Таким образом, на песчаниках влияние ельникового биоценоза на трансформацию глинистых минералов также более значительно в сравнении с буком, что проявляется в увеличении монтмориллонита за счет деградации как гидрослюд, так и вермикулит-хлоритовых компонентов.

НИИ почвоведения, агрохмии и
мелиорации
МСХ ГССР

(Поступило 24.3.1983)

ნიადაგმცოდნეობა

ა. ბობროვიცკი, ნ. ჯებისაშვილი

აღმოსავლეთ საქართველოს ნაძვნარი და წიფლნარი ტყეების ყომრალი ნიადაგების თიხა მინერალების ასოციაციების თავისებურებანი

რეზიუმე

ნაშრომში ნაჩვენებია ანდეზიტ-ბაზალტების და ქვიშაქვების გამოფიტვის პროდუქტებზე განვითარებულ ყომრალ ნიადაგებში თიხა მინერალების ასოციაციების თავისებურებანი განსხვავებული ტყის შემქმნელი ჯიშების (ნაძვი და წიფელი) ზეგავლენით. დადგენილია, რომ ნაძვნარი ტყის პირობებში ფორმირებულ ნიადაგში შედარებით ინტენსიურად მიმდინარეობს თიხა მინერალების ტრანსფორმაცია, ვიდრე წიფლნარი ტყის პირობებში.

SOIL SCIENCE

A. V. BOBROVITSKI, N. V. JEBISASHVILI

THE PECULIARITIES OF CLAYEY MINERAL ASSOCIATIONS IN BROWN FOREST SOILS OF FIR AND BEECH FORESTS OF EASTERN GEORGIA

Summary

The paper deals with the peculiarities of associations of clayey minerals in brown forest soils developed on the weathering products of andesite-basalts and sandstones as influenced by differing forest-forming trees (fir and beech). The transformation of clayey minerals in soils formed in fir trees was found to be more intensive than is the case in beech forest soils.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. П. Градусов, Т. Ф. Урушадзе. Почвоведение, № 2, 1968.
2. Т. Ф. Урушадзе, Б. П. Градусов. Почвоведение, № 9, 1976.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 581.33

БОТАНИКА

Л. А. КОБАХИДЗЕ

К ЭМБРИОЛОГИИ МЯТЫ ЛЕСНОЙ (MENTHA LONGIFOLIA (L.) HUDS.)

(Представлено членом-корреспондентом Г. Ш. Нахуцришвили 12.1.1983)

Мята лесная — широко распространенное растение, имеющее большое хозяйственное значение. Этот вид используется в фармацевтической и мыловаренной промышленности, косметике и кондитерском деле. В эмбриологической литературе по губоцветным имеются отдельные указания о роде Mentha [1]. Что же касается детальных исследований эмбриологических процессов мяты лесной, в литературе они не описаны. Нами были исследованы зародышевый мешок, процесс оплодотворения, эмбрио- и эндоспермогенез, формирование эндоспермальных гаусториев.

Зрелый зародышевый мешок мяты лесной в микропилярной части расширен, а в халазальной — сужен (рис. 1). Почти весь зародышевый мешок, за исключением верхней, расширенной, микропилярной части, окружен одним слоем цилиндрических, одноядерных клеток интегументального тапетума (рис. 2). В расширенной части зародышевого мешка размещается яйцевой аппарат, состоящий из двух синергид и яйцеклетки (рис. 3). Яйцеклетка располагается между синергидами, несколько ниже их. Ядра элементов яйцевого аппарата однородны по размеру и структуре, содержат по одному ядрышку. Синергиды отличаются гребневидными выростами. Их однородная, густая плазма красится интенсивно. Яйцеклетка имеет вакуолю над ядром, синергиды же — под ними.

Центральная клетка зародышевого мешка характеризуется обилием крахмальных зерен. Ее плазма имеет ячеистую структуру (рис. 4).

Полярные ядра, почти вдвое превышая размеры ядер яйцевого аппарата, имеют одинаковую форму, величину и содержат по одному ядрышку. У большинства губоцветных полярные ядра, располагаясь в центральной части зародышевого мешка, сливаются до оплодотворения [2], у некоторых же — полярные ядра сливаются во время оплодотворения [1, 3—7].

У исследованного нами вида полярные ядра не сливаются до оплодотворения.

В халазальной части зародышевого мешка мяты лесной прослеживаются три антиподы (рис. 4). Их клетки значительно мельче по сравнению с остальными клетками женского гаметофита, содержат густую, однородную цитоплазму, лишены крахмальных зерен.

Во время двойного оплодотворения пыльцевая трубка проходит через синергиду, разрушая ее. Вскоре дегенерирует и вторая синергида. Вслед за проникновением пыльцевой трубки в зародышевый мешок происходит дегенерация антипод (рис. 1). В зародышевый мешок проникает лишь одна пыльцевая трубка. Двойное оплодотворение протекает по премитотическому типу.

По литературным данным, у губоцветных тройное слияние осуществляется либо вблизи от яйцеклетки, либо в отдалении от нее. У исследованного вида полярные ядра располагаются, как правило, в центральной части зародышевого мешка, изредка они находятся неподалеку от яйцеклетки.

Первичное ядро эндосперма превышает размеры полярных ядер. Оно имеет округлую форму, контуры ядра слабо выражены, ядрышко большого размера (рис. 5).

Вслед за митозом первичного ядра эндосперма образуется поперечная клеточная перегородка и обособляется материнская клетка халазального гаустория. На базе же микропилярной клетки вследствие продольного деления образуются материнские клетки собственно эндосперма и микропилярного гаустория.

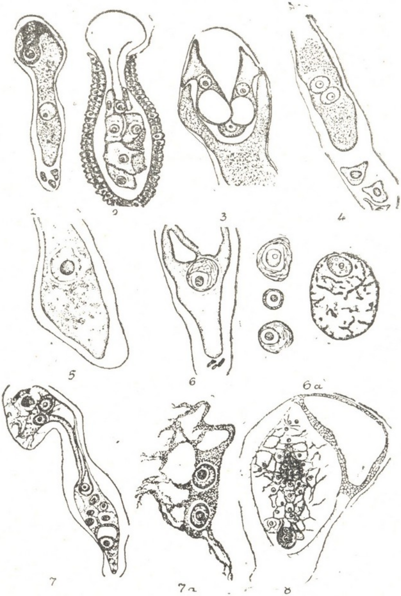


Рис. 1—8

Халазальный гаусторий удлиненной формы, поначалу одноядерный (рис. 6), далее становится двуядерным. Его ядра сходны по структуре с ядрами микропилярного гаустория (рис. 6 а). Они имеют четко выраженные «дворики». Размеры этих ядер почти вдвое превышают размеры эндоспермальных ядер (см. рис. 6 а). Цитоплазма гаустория вакуолизирована. В халазальном гаустории наличие крахмальных зерен нами не наблюдалось. Дальнейшего развития халазальный гаусторий не получает: он дегенерирует значительно раньше микропилярного — ко времени формирования сферического зародыша, когда в ядрах микропилярного гаустория происходят структурные преобразования и они становятся гигантскими.

Микропилярный гаусторий достигает весьма значительных размеров (рис. 7). Он занимает бо́льшую часть зародышевого мешка и поначалу отделен от собственно эндосперма слоем клеток, которые в дальнейшем разрушаются. В микропилярном гаустории отмечается наличие крахмальных зерен. Он имеет характерную лучистую цитоплазму, напоминающую паутину (рис. 7 а). Ядра всегда в количестве двух, содержат хорошо выраженные «дворики» и крупное ядрышко. Вначале ядра микропилярного и халазального гаусториев незначительно различаются по размерам (рис. 6 а). Приблизительно ко времени формирования сферического зародыша ядра микропилярного гаустория постепенно увеличиваются и приобретают гигантские размеры (рис. 6 а) по сравнению с первоначальными; в ядрах, объем которых достигает даже многоклеточного сферического зародыша, легко прослеживается существование гигантских, политенных хромосом.

Приблизительно на стадии формироваиня семядоль в зародыше микропилярный гаусторий дегенерирует.

Интенсивно делящиеся клетки собственно эндосперма заполняют всю полость зародышевого мешка, окружая со всех сторон зародыш (рис. 8). Ядра эндосперма ярко окрашиваются. Они неодинакового размера.

Зигота исследованного вида подвергается характерным для губоцветных изменениям. Она вытягивается, растет по направлению к эндосперму и, внедряясь в последний, делится. Ядро зиготы занимает апикальную часть клетки (рис. 2).

Развитие зародыша протекает по Cruciferae-типу.

При исследовании эндосперма нами уделялось определенное внимание приуроченности фаз развития эндосперма фазам развития зародыша: образованию материнских клеток собственно эндосперма, микропилярного и халазального гаусториев соответствует рост зиготы по направлению к эндосперму и на восьмиядерной стадии развития эндосперма зигота уже погружается в него. Приблизительно на этой же стадии эндосперма (третьего деления) отмечается образование двух ядер в гаусториях. На 32-й клеточной стадии эндосперма в зиготе осуществлено первое деление. Вслед за этим происходит и интенсивное увеличение ядер микропилярного гаустория.

Академия наук Грузинской ССР
Институт ботаники

(Поступило 14.1.1982)

ბოტანიკა

ლ. კობახიძე

ტყის პიტნის ემბრიოლოგიური შესწავლისათვის

რეზიუმე

ტყის პიტნაში შევისწავლეთ ჩანასახის პარკისა და მისი ელემენტების აღნაგობა, განაყოფიერება, ძიგოტო- და ენდოსპერმოგენეზი.

ჩანასახის პარკის მიკროპილური ნაწილი გაფართოებულია. ჩანასახის პარკს გარს აკრავს ინტეგუმენტური ტაპეტუმის ერთბირთვიანი უჯრედების შრე. კვერცხუჯრედის აპარატი ტუჩოსნებისათვის დამახასიათებელი აგებულებისაა.

ჩანასახის პარკის ცენტრალური უჯრედი მდიდარია სახამებლით. პოლარული ბირთვების ურთიერთთან და სპერმასთან შერწყმა სინქრონულად მიმ-

დინარეობს. ანტიპოდები ეფემერულია. განაყოფიერება პრემიტოზური ტიპისაა.

უჯრედული ენდოსპერმი მოთავსებულია მიკროპილურ და ქალაქურ ჰაუსტორიუმებს შორის. ორივე ჰაუსტორიუმი ორბირთვიანია. ჩანასახის სფერული სტადიისას ჰაუსტორიუმის ბირთვები გიგანტურ ზომებს აღწევს და მათში შეინიშნება პოლიტენური ქრომოსომები.

ძიგოტა იწყებს დაყოფას უჯრედულ ენდოსპერმში ჩაზრდის შემდეგ, როცა მასში 32 უჯრედია.

ჩანასახი ფორმირდება ჯვაროსანთა ტიპის მიხედვით.

BOTANY

L. A. KOBAKHIDZE

TOWARDS THE EMBRYOLOGY OF *MENTHA LONGIFOLIA* (L.) HUDS

Summary

The paper presents the results of an investigation in *Mentha longifolia* (L.) Huds of the embryo sac and the structure of its elements, as well as fertilization, zygo- and endospermogenesis, and development of the endospermic haustoria.

The mature embryo sac is small and fringed with an integumental tapetum. The egg apparatus is typical of the family Labiatae. The central cell of the embryo sac contains a large number of starch grains. The polar nuclei fuse at the time of fertilization. Fertilization is of the premitotic type. The cellular endosperm is located between the micropylar and chalazal haustoria. Both haustoria are binuclear. Later they become giant, and endopolyploid muclei are observed in them. The zygote is transferred from the micropylar end of the embryo sac, becomes implanted in the cellular endosperm, and divides there when there are 32 cells in the cellular endosperm. The embryo develops according to the *Cruciferae* type.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. А. Адмиральская. ДАН СССР, 130, 4, 1960.
2. А. К. Дзевальтовский. Бот. ж., 64, 1, 1979.
3. M. Ruttle. Die Gartenbauwissenschaft, 4, 428-468. 1931.
4. S. Junell. Svensk Bot. Tidskrift. 31. 1. 1937.
5. S. Murthy Journ. Univ. Bombay. 14, 37-46, 1946.
6. Г. В. Канделаки, Л. А. Кобахидзе. Сообщения АН ГССР, 86, № 1, 1977.
7. Л. А. Кобахидзе, Э. Я. Кобаснидзе. VII Всесоюзный симпозиум по эмбриологии растений. Тез. докл. Киев, 1978.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 581.1.036

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

С. П. АБРАМИДЗЕ, Э. Г. МИКЕЛАДЗЕ, С. М. ШАМЦЯН, Н. Г. РАЗМАДЗЕ

СОДЕРЖАНИЕ РАСТВОРИМЫХ УГЛЕВОДОВ В ПОБЕГАХ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ В СВЯЗИ С МОРОЗОСТОЙКОСТЬЮ

(Представлено академиком Н. Н. Кецховели 1.12.1982)

Зимостойкость виноградной лозы в условиях Восточной Грузии является одной из ведущих проблем. Значительными условиями, способствующими успешной перезимовке лозы, являются прекращение роста, вызревание побегов, накопление и превращение запасных питательных веществ в период зимовки. Наряду с другими процессами, происходящими в растении в осенне-зимний период, развитию высокой морозостойкости способствует закалка. Один из основных факторов, обеспечивающих закаливание растений,— это накопление растворимых углеводов [1—6]. И. И. Тумановым [4, 5] установлено, что сахара являются защитными веществами, повышающими морозостойкость растений. Изучая динамику содержания углеводов в побегах виноградной лозы в связи с морозостойкостью, Г. А. Арасимович и Г. В. Ткаченко [7] отмечают, что в период зимовки в морозостойких сортах накопление редуцированных сахаров протекает интенсивнее по сравнению с менее морозостойкими.

Таблица 1

Содержание растворимых углеводов
(% на сухой вес)

Варианты	Июнь					Сентябрь					Ноябрь					
	Мальтоза	Сахароза	Глюкоза	Фруктоза	Сумма	Рафиноза	Сахароза	Глюкоза	Фруктоза	Сумма	Рафиноза	Сахароза	Глюкоза	Фруктоза	Ксилоза	Сумма
Ркацители корнесобств.	0,5	2,4	3,8	2,1	8,8	0	4,0	4,1	2,4	10,5	1,0	4,5	2,8	3,0	1,5	12,8
Ркацители на 5 ББ	0,5	2,0	2,8	2,8	8,1	0	4,2	3,3	2,5	10,0	1,2	4,5	3,0	3,3	2,3	14,3
Ркацители на 3309	0,7	3,6	2,8	1,5	8,6	0	4,8	4,9	3,2	12,9	0,2	3,8	3,7	4,0	0,5	12,2
Ркацители на Дюло	0,3	2,1	2,1	3,3	7,8	0	5,7	5,0	3,2	13,9	0,7	5,1	4,8	4,6	0	15,2
Ркацители на 41 б	0	3,6	2,3	1,8	7,7	0	4,9	4,8	3,1	12,8	0,4	4,2	3,0	2,2	0	9,8
Саперави корнесобств.	0,5	2,2	2,8	1,8	7,3	0,3	5,0	3,4	1,1	9,8	0,5	4,2	3,8	2,2	0	10,7
Саперави на 5 ББ	0,5	3,6	2,8	1,5	8,4	0,3	4,9	3,2	1,5	9,9	0,6	4,5	2,1	2,8	0,8	10,8
Саперави на 3309	0	3,4	2,1	1,5	7,0	0,7	4,8	2,7	1,4	9,6	0,1	3,2	3,0	3,8	0	10,1
Саперави на Дюло	0	5,8	2,4	1,6	9,8	0	5,0	5,9	2,0	12,9	0,3	4,8	3,5	2,8	0	11,4
Саперави на 41 б	0	4,0	2,2	1,9	8,1	0,2	4,9	2,9	1,6	9,6	0,5	4,0	2,8	2,5	0	9,8
5 ББ	0,6	3,8	2,5	2,5	9,4	0,2	4,5	2,8	1,8	9,3	0	4,5	3,0	1,8	0	9,3
3309	0	3,6	4,0	1,6	9,2	0	2,0	3,6	1,5	7,1	1,6	3,0	3,0	2,8	0	10,4
Дюло	0	4,3	4,3	2,1	10,7	0	3,8	2,8	2,0	8,6	0	4,0	4,8	2,1	0	10,9
41 б	0,8	2,2	2,3	1,5	6,8	0,2	4,3	1,2	1,6	7,3	0	5,6	3,0	3,5	0	12,1

По исследованиям Г. Б. Дроганова с соавторами [8], содержание моносахаридов в побегах лозы высокое до середины вегетации, затем наблюдается некоторый спад, а осенью оно вновь возрастает. Однако существуют и противоречивые данные, отрицающие определенную связь между растворимыми углеводами и морозостойкостью. М. В.

Таблица 2

Содержание растворимых углеводов
(% на сухой вес)

Варианты	Декабрь							Январь							Февраль						
	Рафиноза	Мальтоза	Сахароза	Глюкоза	Фруктоза	Ксилоза	Сумма	Рафиноза	Мальтоза	Сахароза	Глюкоза	Фруктоза	Ксилоза	Сумма	Рафиноза	Мальтоза	Сахароза	Глюкоза	Фруктоза	Ксилоза	Сумма
Ркацители корнесобств.	0,3	0,3	5,7	4,6	3,5	0,5	14,9	1,8	0,4	4,3	4,1	3,5	0,8	14,9	0,8	0	3,0	3,0	2,9	0,3	10,0
Ркацители на 5 ББ	0,4	1,0	4.0	4,5	3,5	0,6	14,0	1,2	1,2	5.8	4,0	2,5	0,8	15,5	0,7	0,5	3,5	3,0	2,1	0	9,8
Ркацители на 3309	0,4	0	4,2	4,5	3,5	0,1	12,7	1,0	0,7	3,8	3,5	1,6	0,3	10,9	0,5	0	3,3	1,5	1,0	0	6,3
Ркацители на Дюло	0,3	0,5	4,5	5,0	3,6	0,3	14,2	2,0	0,5	5,8	5,0	2,0	0	15,3	1,0	0,2	5,1	3,1	1,7	0,1	11,2
Ркацители на 41 б	0,4	0,4	4,5	4,1	3,8	0	13,2	0,7	0,5	4,9	5,0	3,3	0,3	14,7	0,5	0	4,5	2,1	2,4	0	9,5
Саперави корнесобств.	0,4	0,1	4,0	3,2	2,5	0,3	10,5	1,0	0,2	4,0	3,9	1,8	0,3	11,2	0,2	0,6	4,0	3,0	1,8	0,2	9,8
Саперави на 5 ББ	0,3	0,1	3,0	3,9	3,3	0	10,6	0,5	0,5	5,0	3,1	2,8	0	11,9	0,5	0,3	5,0	3,0	2,7	0,2	11,7
Саперави на 3309	0,2	0	3,8	3,8	1,1	0	8,9	0,7	0,6	4,0	3,8	1,5	0,3	10,9	0,2	0,1	3,8	2,4	0,9	0	7,4
Саперави на Дюло	0,3	0,3	4,5	4,5	3,1	0	12,7	1,1	0,6	0,1	3,8	1,8	0	7,4	0,8	0	4,1	2,8	1,2	0	8,9
Саперави на 41 б	0,1	0	4,0	3,0	1,5	0,2	8,8	0,8	0,2	4,0	4,3	2,8	0	12,1	0,4	0	5,7	5,0	1,4	0	12,5
5 ББ	0,2	0	3,8	4,0	4,8	0	12,8	1,0	0,3	4,6	5,2	3,5	0	14,6	0,7	0,6	6,2	4,5	2,7	0	14,7
3309	0,2	0	3,0	3,0	1,8	0	8,0	0,9	0,2	3,6	4,8	4,0	0	13.5	0,3	0,5	4,8	2,9	2,9	0	11,4
Дюло	0,2	0,1	3,2	4,0	2,5	0,2	10,2	1,0	0,5	5,1	5,8	2,5	0	14,9	0,7	1,0	4,0	2,8	2,0	0	10,5
41 б	0,2	0	2,6	3,0	1,6	0	7,4	1,5	0,3	5,0	3,1	3,7	0	13,6	0;5	0,5	4,2	1,0	1,9	0	8,1

Черноморец [9], изучая состав углеводов в морозостойком и менее морозостойком сортах лозы, приходит к заключению, что количественное содержание сахаров в холодный период года не всегда находится в коррелятивной зависимости с морозостойкостью. Закалка древесных растений изучена достаточно, однако сравнительно мало экспериментальных работ по виноградной лозе, указывающих на роль отдельных сахаров, способствующих повышению морозостойкости.

С целью выявления различных подвоев, повышающих морозостойкость европейских сортов лоз Ркацители и Саперави, нами изучался состав растворимых углеводов в побегах привитых и непривитых лоз методом количественной бумажной хроматографии по методике С. А. Марутян [10]. Исследовались производственные сорта виноградных лоз Восточной Грузии Ркацители и Саперави, привитые на Берландиери×Рипария 5 ББ, Рипария×Рупестрис 3309, Шасла×Берландиери 41 б и Рупестрис Дюло. Для сопоставления в качестве контроля брались корнесобственные лозы.

Содержание сахаров во всех исследованных сортах в большинстве случаев возрастает в осенне-зимний период по сравнению с летним (табл. 1 и 2). В конце зимы, в феврале наблюдается спад. Сумма сахаров в более морозостойком сорте Ркацители (корнесобственном) выше по сравнению с менее морозостойким сортом Саперави.

Прививки сорта Ркацители осенью и в первой половине зимы содержат сахаров больше по сравнению с сортом Саперави, привитым на аналогичных подвоях. Эти данные соответствуют также их морозостойкости. В декабре и январе, после прохождения лозой закалки в природных условиях у прививок сортов Ркацители и Саперави большим содержанием сахаров отличаются прививки на подвоях 5 ББ и Дюло.

По нашим данным, подвои 5 ББ и Дюло являются более морозостойкими по сравнению с 3309 и 41 б. Меньшим содержанием сахаров отличаются прививки сорта Саперави, привитые на подвое 3309 и 41 б, которые и оказались слабоморозостойкими.

По содержанию состава растворимых углеводов существенной разницы между европейскими сортами и американскими подвойными сортами нами не было обнаружено (табл. 1 и 2). Глюкоза, фруктоза и сахароза имелись в побегах всех вариантов опыта. Одним из существенных показателей морозостойкости из изученных форм сахаров в зимний период, наряду с другими сахарами, следует считать в основном накопление рафинозы и реже мальтозы.

В зимние месяцы, за исключением февраля, большим содержанием растворимых углеводов отличаются сорт Ркацители и его прививки по сравнению с сортом Саперави. Суммарное содержание сахаров выше у лоз, привитых на 5 ББ и Дюло, что соответствует степени их морозостойкости.

Академия наук Грузинской ССР
Институт ботаники

(Поступило 30.12.1982)

მცენარეთა ფიზიოლოგია

ს. აბრამიძე, ე. მიქელაძე, ს. შამციანი, ნ. რაზმაძე

ხსნადი ნახშირწყლების შემცველობა ვაზის ლერწებში ყინვაგამძლეობასთან დაკავშირებით

რეზიუმე

წარმოდგენილია მონაცემები თავისუფალი ნახშირწყლების შემცველობის გავლენის შესახებ ვაზის ყინვაგამძლეობაზე.

ცდები ტარდებოდა ევროპულ ჯიშებზე: რქაწითელი და საფერავი, რომლებიც დამყნილია საძირეებზე, ბერლანდიერი × რიპარია 5 ბბ, რიპარია ×

რუპესტრის 3309, შასლა × ბერლანდიერი 41 ბ და რუპესტრის × დიული, საკონტროლოდ ვიღებდით იგივე ჯიშების დაუმყნელ ვაზებს.

გამოირკვა, რომ ყველა შესწავლილ ჯიშში შაქრების შემცველობა ზაფხულთან შედარებით შემოდგომა-ზამთრის პერიოდში იმატებს. შაქრების ჯამი შედარებით ყინვაგამძლე ჯიშებში — რქაწითელსა და მის ნამყნებში ზამთრის პერიოდში მეტია, ვიდრე ნაკლებ ყინვაგამძლე საფერავში. ყინვაგამძლეობის ერთ-ერთ თვალსაჩინო მაჩვენებლად საერთო შაქრებთან ერთად უნდა ჩაითვალოს რაფინოზას უფრო იშვიათად კი — მალტოზას და ქსილოზას დაგროვება.

ამგვარად, ზამთრის თვეებში ხსნადი ნახშირწყლების მეტი რაოდენობით გამოირჩევა რქაწითელი და მისი ნამყნები 5 ბბ-ზე და დიულოზე.

PLANT PHYSIOLOGY

S. P. ABRAMIDZE, E. G. MIKELADZE, S. M. SHAMTSIAN, N. G. RAZMADZE

THE CONTENT OF SOLUBLE CARBOHYDRATES IN THE SHOOTS OF GRAPEVINE IN RELATION TO FROST-RESISTANCE

Summary

Data are presented on the content of soluble carbohydrates affecting the increase of vine frost-resistance.

The study involved the European varieties: Rkatsiteli and Saperavi, grafted on the stocks Berlandieri × Riparia 5 BB, Riparia × Rupestris 3309, Chasselas × Berlandieri 41b, and Rupestris Dulot. In most cases the content of sugars in all the varieties studied was found to increase in the autumn-winter period as compared with summer. The total amount of sugars in the more frost-resistant Rkatsiteli variety and its graftings is somewhat higher in winter as compared with the less frost-resistant Saperavi variety. The storage of raffinose, and rarer of maltose and xylose, as well as some other sugars, should be considered one of the important indices of frost-resistance.

Thus, in winter months the content of soluble carbohydrates is higher in the Rkatsiteli variety and its graftings on 5BB and Dulot.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. В. Оголевец. Физиол. раст., № 11, 1964.
2. К. С. Погосян. Физиол. раст., № 14, 1967.
3. К. С. Погосян. Физиологические особенности морозоустойчивости виноградного растения. Ереван, 1975.
4. И. И. Туманов. Физиологические основы зимостойкости культурных растений. М., 1940.
5. И. И. Туманов. Физиология закаливания и морозостойкости растений. М., 1979.
6. Е. А. Яблонский. Физиол. раст., № 11, 1964.
7. Г. А. Арасимович, Г. В. Ткаченко. Физиология и биохимия культурных растений, № 4, вып. 4, 1972.
8. Г. Б. Дроганов, Х. Т. Тодоров, Д. С. Дроганов. Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии, № 5, 1976.
9. М. В. Черноморец. Физиол. раст., 16, № 3, 1969.
10. С. А. Марутян. Методические указания по селекции винограда. Ереван, 1974.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲘᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 581.1 547.466

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Е. Е. КАПАНАДЗЕ

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ АМИНОКИСЛОТ В ТКАНЯХ ПОБЕГОВ И ХВОЕ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА НИЗКОРОСЛОГО В СВЯЗИ С ПЕРЕЗИМОВКОЙ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 18.1.1983)

Изучение динамики содержания аминокислот в тканях растений давно привлекает внимание ученых всего мира. Помимо того что они играют важнейшую роль в жизни клетки, от их количественного и спектрального состава во многом зависит устойчивость растений в сублетальной сфере внешних факторов.

Значение свободных аминокислот в отношении морозоустойчивости растений в современной литературе освещено по-разному. Так, И. В. Кандарова [1] в результате своих исследований пришла к выводу, что у древесных растений в конце периода глубокого покоя общее количество аминокислот увеличивается. На уменьшение аминокислот в тканях растений в период роста и увеличение их концентрации в клеточном соке к началу глубокого покоя указывает Е. А. Яблонский [2]. Накопление свободных аминокислот, за исключением аминокислоты пролина, в побегах черемухи к началу периода глубокого покоя обнаружено также К. А. Сергеевой [3]. Во время глубокого покоя возрастание аминокислоты пролина в вегетативных органах растений наблюдали К. А. Сергеева [3] и О. И. Романовская [4], а прямая связь содержания свободных аминокислот, особенно пролина, с морозостойкостью плодовых растений установлена О. И. Романовской [4]. Защитную роль пролина для растений подчеркивают в своих трудах Л. И. Сергеев, К. А. Сергеева [5].

Большая группа ученых [3—10] утверждает, что в генеративных и вегетативных почках, а также других частях плодовых и древесных растений содержание свободных аминокислот в период покоя уменьшается по сравнению с периодом активного роста.

В литературе имеются также данные о том, что в зависимости от их концентрации в клеточном соке аминокислоты могут играть роль как стимуляторов, так и ингибиторов ростовых процессов (Т. А. Кириллова [2], Е. Т. Макаревская с соавт. [4] и др.).

Динамика накопления свободных аминокислот изучена нами в побегах и хвое высокогорных растений. Основным объектом исследования послужил можжевельник низкорослый (Iuniperus depressa Stev.).

Этот вид кустарника весьма интересен, с одной стороны, как представитель субальпийской и альпийской кустарниковой заросли, а с другой стороны, как декоративный и почвозащитный кустарник на крутых склонах.

Состав свободных аминокислот в 1—2-летних побегах и хвое изучался по методу Бояркина нисходящей хроматографии на бумаге ленинградская медленная [2].

В результате анализа собранных материалов выяснилось, что количественный и спектральный состав свободных аминокислот в вегетативных органах древесных растений более или менее изменчив. Так, в побегах можжевельника низкорослого — весьма морозоустойчивого вида — из содержащихся 11 форм аминокислот большей концентрацией характеризуются аминокислоты: аргинин, пролин и аспарагин. Весной и летом, во время активного роста содержание аспарагина больше (3—4 балла), чем осенью и зимой (2 балла). В достаточно большом количестве (4—5 баллов) содержание аргинина наблюдается почти круглый год. В августе оно уменьшается до 3 баллов, а осенью и зимой вновь увеличивается до 4—5 баллов.

Содержание пролина, встречающегося по литературным данным, зимой в побегах растений более зимостойких видов, весной и летом составляет 3 балла, а осенью и зимой (во время покоя) — 4 балла.

Остальные виды аминокислот — лизин, гистадин, аспарагин, неидентифицированная кислота, валин, метионин, лейцин — встречаются в малом количестве (1—2 балла), и уровень их содержания почти стабилен.

Общее количество аминокислот, за исключением цистеина, в побегах в декабре-январе уменьшается лишь на 1 балл, а цистеин исчезает вовсе.

Динамика содержания аминокислот у можжевельника низкорослого (в баллах)

Аминокислоты	Побеги							Хвоя						
	III	IV	IV	VIII	X	XII	I	III	IV	VI	VIII	X	XII	I
Цистеин	1	1	3	1	1	0	0	1	2	3	1	1	0	0
Лизин	2	1	1	1	1	1	1	4	4	5	3	2	1	1
Гистидин	1	2	4	1	1	1	1	1	3	3	2	3	1	1
Аспарагин	4	3	3	2	3	1	2	1	1	2	2	0	0	0
Аспарагиновая кислота	2	2	3	3	2	2	2	4	5	5	3	4	0	3
Аргинин	4	4	5	3	4	4	5	0	0	0	0	0	1	0
Неидентифицированная кислота	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
Пролин	3	3	3	3	4	4	4	1	1	1	0	1	2	2
Валин	1	2	3	2	2	1	2	2	2	3	2	1	0	1
Метионин	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Лейцин	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	0	0
Всего	11	11	11	11	11	10	10	10	10	10	9	9	4	6

В хвое можжевельника весной нами обнаружено 10 форм аминокислот. Из них большей концентрацией выделяются лизин и аспарагиновая кислота, весной и летом содержание лизина большое (4—5 баллов), затем с августа оно пестепенно уменьшается, доходя до 1 балла. Такая закономерность наблюдается и в содержании аспарагиновой кислоты. В вегетационный период оно велико (4—5 баллов), зимой же, в декабре аспарагиновая кислота исчезает почти полностью. Пролин содержится в хвое и побегах круглый год (в побегах его больше) — зимой в малом (2 балла), а весной в еще меньшем количестве.

Остальные аминокислоты — аспарагин, аспарагиновая кислота, аргинин и др. — отмечаются в малом количестве (1—3 балла). Из них зимой исчезают цистеин, аспарагин, аспарагиновая кислота, аргинин, валин, метионин и др.

Обнаружено, что зимой в хвое можжевельника низкорослого число аминокислот уменьшается почти в 2 раза, соответственно падает и концентрация отдельных аминокислот, кроме пролина, что указывает на сравнительно высокую зимостойкость этого вида.

Таким образом, в хвое и побегах можжевельника низкорослого в результате исследования обнаружено 11 аминокислот, причем зимой в хвое их в 2 раза меньше, чем в побегах.

Пролин, свойственный более морозостойким видам, накапливается зимой в большем количестве, чем весной и летом.

По результатам исследования, можжевельник низкорослый, как зимостойкая порода, заслуживает широкого применения в декоративном садоводстве в высокогорных условиях, а также в облесении эродированных крутых склонов высокогорных районов.

Институт горного лесоводства
им. В. З. Гулисашвили

(Поступило 21.1.1983)

მცენარეთა ფიზიოლოგია

ე. კაპანაძე

ამინომჟავების შემცველობის დინამიკა დაბალი ღვიის ტოტებისა და წიწვების ქსოვილში გადაზამთრებასთან დაკავშირებით

რეზიუმე

ქრომატოგრაფიის მეთოდით შესწავლილია თავისუფალი ამინომჟავების შემცველობა დაბალი ღვიის ტოტებსა და წიწვებში.

აღმოჩნდა, რომ ზამთარში თავისუფალი ამინომჟავების რიცხვი მცირდება როგორც ტოტებში, ისე წიწვებში. წიწვში 2-ჯერ მეტად, ვიდრე გაზაფხულსა და ზაფხულში, ხოლო პროლინის რაოდენობა (კონცენტრაცია) ზამთარში იმატებს უფრო მეტად ტოტებში (4 ბალი), რაც მათ გამძლეობაზე მიუთითებს.

PLANT PHYSIOLOGY

E. E. KAPANADZE

THE CONTENT DYNAMICS OF FREE AMINO ACIDS IN THE TISSUE OF THE SHOOTS AND NEEDLES OF DWARFISH JUNIPER ACCORDING TO HIBERNATION

Summary

The content of free amino acids in the shoots and needles of the dwarfish juniper was studied by the chromatographic method.

It was found that in winter the number of free amino acids decreases in the shoots as well as in the needles. In winter this decrease doubles in needles as compared to spring and summer. The amount of proline in winter increases mostly in the shoots by 4 points, indicating the stability of the plant.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. В. Қандарова. Сб. «Физиология зимостойкости древесных растений», V, вып. 2. М., 1958.
2. Е. А. Яблонский. Труды Гос. Никитского бот. сада, т. 36. Крым, 1962.
3. Қ. А. Сергеева. Физиологические и биохимические основы зимостойкости растений. М., 1971.
4. О. И. Романовская. Физиол. раст., 10, вып. 6, 1963.
5. Л. И. Сергеев, Қ. А. Сергеева, В. И. Мельников. Сб. работ Ин-та биологии Башкирского филиала АН СССР. Уфа, 1961.
6. Е. З. Окнина, Т. Н. Пустовойтова. Тез. докл. на конф. «Пути и методы повышения стойкости акклиматизированных растений», 34. М., 1962.
7. А. Я. Перк. Уч. зап. Тартусского гос. ун-та, № 28, 1960.
8. Ф. Н. Кудашова. Сб. «Метаболизм хвойных в связи с периодичностью их роста». Красноярск, 1973.
9. Е. Т. Макаревская, Е. Г. Микеладзе, Д. А. Заркуа. Вопросы физиологии стойкости древесных растений. Тбилиси, 1969.
10. Т. А. Қириллова. Физиол. раст., V, вып. 2, 1958.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲘᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 612.821,2:612.825.263

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

А. Н. БАКУРАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), Л. Н. ГУГУШВИЛИ,
М. Т. ДЖАФАРЛИ

О РОЛИ ПРИОБРЕТЕННОГО НАВЫКА В ОСУЩЕСТВЛЕНИИ РАССУДОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У НИЗШИХ ОБЕЗЬЯН

Рассудочная деятельность, одна из самых сложных форм поведения животных и человека, давно находится в центре внимания исследователей высшей нервной деятельности.

И. С. Бериташвили [1] в специальной статье, посвященной рассудочной деятельности высших позвоночных животных, качественно отличал рассудочную деятельность от других форм поведения. Он считал, что при осуществлении рассудочной деятельности животные прибегают к образным отсроченным реакциям, а также к условным и безусловным реакциям в зависимости от того, какие раздражители и как они действуют на животное на пути достижения цели. И. С. Бериташвили придавал большое значение общему жизненному опыту в осуществлении рассудочной деятельности.

Ознакомление с литературными данными по указанной проблеме показывает, что наука еще далека до окончательного решения того, что следует понимать под рассудочной деятельностью животных, каковы закономерности ее формирования, осуществления и конкретные формы ее проявления [2]. Отсюда естественно вытекает необходимость экспериментального исследования рассудочной деятельности.

В настоящем сообщении представлены некоторые факты о роли приобретенного опыта в осуществлении элементарной рассудочной деятельности у низших обезьян (макак-лапундеры). Для обучения обезьян (в условиях их свободного передвижения) различению сторон по исходным зрительным раздражителям использовались световые сигналы (красный круг — слева, зеленый круг — справа), проецируемые на экранах, расположенных над тремя двухстворчатыми ширмами в центре и у боковых стен экспериментальной комнаты. Условные раздражители подавались попеременно. Правильное выполнение обезьянами задачи пдокреплялось пищей у соответствующих ширм. Животное выпускалось из клетки через 3—5 сек после предъявления зрительного раздражителя, действие которого длилось до момента подхода животного к сигнализируемой ширме. После многократного сочетания сигнала с приемом пищи условное хождение было автоматизировано, был сформирован целостный поведенческий акт, состоящий из побежки животного от стартовой клетки к соответствующим ширмам со скрытым периодом, равным 5—6 сек, с последующим подкреплением пищей и возвращением в стартовую клетку. Выработанная зрительная дискриминация при этом составляла 92% правильных решений. При подаче сигнала справа (зеленый круг) животное бежало к правой ширме, а при подаче сигнала слева (красный круг) животное бежало к левой ширме.

Можно полагать, что животные ориентировались на цвет сигнала. Если это так, то при подаче тех же сигналов с центральной ширмы животное должно было идти к сигнализируемым боковым ширмам. Но так как при предъявлении сигналов с центра количество правильных решений составляло 60—65%, можно сделать вывод, что животное ориентировалось не на цвет, а на сторону его подачи. Поэтому в опыт был введен предупредительный 2—3-секундный сигнал, подаваемый с боковых ширм в первых 2—3 пробах опыта. Этот сигнал как бы подсказывал, что при предъявлении такого же сигнала с центра животное должно осуществить побежку к правой или к левой ширме. Дальнейшие пробы в опытах этой серии шли без применения предупреждающего сигнала — условный сигнал подавался только с центра, при этом скрытый период достигал 6—8 сек, а правильные решения составляли 89%. В заключительной серии предупреждающие сигналы не применялись и условные раздражители выставлялись лишь по центру. При этом правильные решения составляли 87%.

Результаты описанных выше серий опытов показывают, что поначалу не цвет раздражителя, а его пространственное расположение оказывается решающим при осуществлении условного пищевого поведения. Ведь после выработки условных реакций на цветовые условные сигналы, подаваемые сбоку, животное не может осуществить правильную реакцию при подаче этих же сигналов с центра. Только тогда, когда животное обучается тому, что сигнал — не просто световой раздражитель, расположенный в определенном месте, а еще и фигура определенного цвета, оно правильно осуществляет эту сложную форму пищевого поведения.

Нужно полагать, что этот приобретенный опыт может способствовать осуществлению других ситуационных задач, схожих с задачей, описанной выше. На это указывают следующие эксперименты, поставленные нами на тех же обезьянах, но только в условиях двигательного ограничения.

Животным, находящимся в клетке, предъявлялись две кормушки, расположенные в горизонтальной плоскости на деревянной подставке. Расстояние между кормушками составляло 35 см. К крышке каждой кормушки приклеивались цветные фигуры из бумаги (красный квадрат — слева, зеленый — справа). На виду у обезьян в одну из кормушек закладывалась еда и на эту кормушку ставился кубик того же цвета, что и крышка кормушки. Выбор кормушки осуществлялся обезьянами безошибочно. После пяти предъявлений переходили к следующей серии эксперимента. Обе кормушки экранировались непрозрачной ширмой, в одну из кормушек закладывалась еда, на заряженную кормушку ставился кубик соответствующего цвета, после чего ширма убиралась и кормушки предъявлялись животному. Правильные решения в этой серии составляли 95% (10 опытных дней, 310 проб). Далее, кормушки экранировались ширмой, в одну из кормушек закладывалась еда, ширма убиралась и сигнальный кубик выставлялся по центру между кормушками.

В этой серии правильные решения составляли 92% (8 опытных дней, 260 проб). Важно отметить, что обезьяны в опытах со световыми сигналами в условиях свободного передвижения осуществляли сложное пищевое поведение только после применения предупреждающего сигнала, тогда как в опытах с двигательным ограничением не потребовалось использования предупреждающих сигналов, решать такую задачу обезьяны, по-видимому, могли на основе навыка, приобретенного ими в опытах со световыми сигналами в условиях свободного передвижения.

Таким образом, эти опыты прямо указывают на важную роль приобретенного навыка в осуществлении сложных форм пищевого поведения — рассудочной пищевой деятельности. Дальнейшие наши опыты были направлены на выяснение устойчивости способности к решению такой задачи на элементарную рассудочную деятельность. С этой целью был проведен следующий эксперимент. На виду у обезьяны в одну из кормушек закладывалась еда, кормушки экранировались, и еда перекладывалась в другую кормушку. Экран убирался, сигнальный кубик выставлялся по центру между двумя кормушками, и кормушки предъявлялись животному. И с этой задачей животное справлялось сходу, открывая именно ту кормушку, которая соответствовала выставляемому сигнальному кубику, а не ту кормушку, куда закладывалась еда на виду у обезьяны (89% правильных решений).

Описанные выше эксперименты можно считать аналогичными методу «выбора по образцу», который рассматривается в литературе как тест для изучения способности животных к конкретному элементарному обобщению, рассудочной деятельности: «Улавливание животным простейших эмпирических законов внешнего мира и оперирование ими в новых условиях при адаптивном поведении есть биологический базис формирования элементарной рассудочной деятельности» [3].

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии
им. И. С. Бериташвили

(Поступило 4.2.1983)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ა. ბაკურაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ლ. გუგუშვილი,
მ. ჯაფარლი

შეძენილი გამოცდილების როლის შესახებ ელემენტარული გონიერი მოქმედების განხორციელებაში უდაბლეს მაიმუნებში

რეზიუმე

თავისუფალი გადაადგილების პირობებში მაკაკ-ლაპუნდერებს გამოუმუშავეთ ხუთი მეტრით ერთიმეორისაგან დაშორებულ საკვებურებისაკენ სვლა წრიული წითელი ეკრანის განათებაზე — მარცხნივ, ასეთივე მწვანე ეკრანის განათებაზე — მარჯვნივ. რეაქციების განმტკიცების შემდეგ ვცადეთ განათება ცენტრიდან — წითელზე უნდა წასულიყო მარცხენა საკვებურისაკენ, მწვანეზე მარჯვენასაკენ. მაგრამ ეს სვლა არ იყო სარწმუნო. როდესაც ცენტრიდან განათებას ერთი-ორჯერ წარუმძღვარეთ გამაფრთხილებელი სიგნალი (ორსეკუნდიანი განათება გვერდიდან) მაშინ ამოცანას სწყვეტდნენ კარგად გამაფრთხილებელი სიგნალის გარეშეც. ასეთი გამოცდილების შეძენის შემდეგ ანალოგიურ ამოცანებს ერთბაშად წყვეტენ მაიმუნები სამოძრაო შეზღუდვის პირობებში.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

A. N. BAKURADZE, L. N. GUGUSHVILI, M. T. JAFARLI

ON THE ROLE OF ACQUIRED SKILL IN THE PERFORMANCE OF ELEMENTARY REASONING ACTIVITY IN LOWER MONKEYS

Summary

Complex feeding reactions to conditioned colour stimuli, projected on screens above three obstacles (a red circle: run to the left obstacle, a green one, to the right) were elaborated in free-moving lower monkeys (pig-tailed

monkeys). When the same signal was presented from the central obstacle the animal was to go to the signalled side obstacles: however, the animal proved to orient itself to the presented signal and not to the colour. The presentation of the warning signal from the side obstacles during the first 2-3 trials contributed to the solution of this task. The experience acquired by the monkeys in the experiments under conditions of free locomotion further on contributed to a successful solution of similar situation tasks under conditions of motor restriction, without the use of a warning signal.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. С. Бериташвили. Отсроченное поведение и рассудочная деятельность низших обезьян. Тбилиси, 1981.
2. Д. К. Беляев. Предисловие к книге Л. В. Крушинского «Биологические основы рассудочной деятельности». М., 1977.
3. Л. В. Крушинский. Биологические основы рассудочной деятельности. М., 1977.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲘ, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 581.3.351

ЦИТОЛОГИЯ

Н. С. МЕЛИЯ

УЛЬТРАСТРУКТУРА ПЛАЗМЫ ЗАРОДЫШЕВОГО МЕШКА КУКУРУЗЫ С ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МУЖСКОЙ СТЕРИЛЬНОСТЬЮ

(Представлено академиком Н. Н. Кецховели 18.11.1982)

Данных об ультраструктуре зародышевого мешка кукурузы мало [1—3], и они противоречивого характера. Ультраструктура зародышевого мешка кукурузы с цитоплазматической мужской стерильностью (ЦМС) не изучена вообще. Нами проведено сравнительное электронно-микроскопическое исследование зародышевых мешков фертильных и стерильных форм кукурузы на ранней стадии их развития. Ультраструктура синергид и яйцеклетки описана в наших предыдущих работах [4, 5]. В настоящей статье дается описание ультраструктуры плазмы зародышевого мешка.

Объектом исследования послужили формы кукурузы ВИР 44 с молдавским и техасским типами мужской стерильности; их фертильный аналог ВИР 44 и фертильная форма ВИР 38. Молодые семяпочки (до цветения) фиксировали по методике, описанной в [4]. Ультратонкие срезы получали с помощью ультратома IКВ III, контрастировали цитратом свинца и просматривали в электронном микроскопе TESLA 613.

Как показали наши исследования, изучаемые формы в основном схожи между собой, однако каждая из них все же характеризуется некоторым своеобразием ультраструктуры.

В зародышевом мешке кукурузы, как известно, основная часть цитоплазмы собрана вокруг полярных ядер, остальная плазма располагается узким пристенным слоем, куда ее вытесняет большая центральная вакуоль. В зоне яйцевого аппарата плазма огибается в виде «крючка» и создает т. н. «апикальный карман» [2]. Здесь плазма отличается от остальной части повышенной плотностью, отсутствием ЭР, большим скоплением липидных включений и крахмала (рис. 1).

Зародышевый мешок кукурузы со стороны нуцеллуса окружен неровной оболочкой, сужаясь к халазальной его части.

Как показали наши исследования, на границе с нуцеллярными клетками в области апикального кармана, в средней и халазальной части оболочки зародышевого мешка имеются плазмодесмы (рис. 1, 3). Ранее в сформированном зародышевом мешке кукурузы наличие плазмодесм в оболочке не было установлено, поэтому вопрос связи гаметофита со спорофитом оставался неясным до конца. По наблюдениям Диболла [3], у кукурузы плазмодесмы исчезают из стенки на стадии развивающейся материнской клетки мегаспоры. Таким образом, наличие плазмодесм в оболочке молодого зародышевого мешка устанавливает факт плазменной непрерывности между гаметофитом и спорофитом.

В связи с межклеточным обменом между нуцеллусом и клетками зародышевого мешка представляет также интерес внутренняя оболочка зародышевого мешка, которая образует сосочкообразные выросты электронноплотного материала (рис. 4). Известно, что выросты свойственны ряду клеток, в которых имеет место активное поглощение или выделение солей и других веществ, а сами «выросты» интерпретируются как приспособления, увеличивающие ионообменную поверхность протопласта. По данным наших исследований, к выростам обычно примыкают каналы гранулярного ЭР. Поблизости можно видеть отделившиеся от сосочков частицы округлой формы, одетые в одинарную мембрану и мигрирующие в плазму в качестве самостоятельных структур.

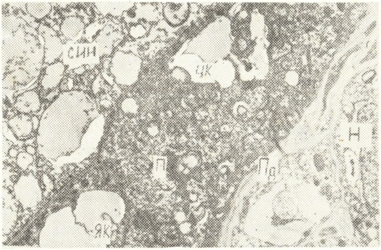


Рис. 1. Фрагмент цитоплазмы зародышевого мешка ВИР 44Т. В оболочке, в области апикального кармана на границе с нуцеллусом видна плазмодесма. X 2500 (обозначения здесь и на остальных рисунках: Н — нуцеллус, ЦК — центральная клетка, ЯК — яйцеклетка, Пл — плазмалемма, Лк — липидная капля, М — митохондрия, П — пластида, КО — клеточная оболочка, Кр — крахмал, Пд — плазмодесма, СИН — синергида, ГЭР — гранулярный эндоплазматический ретикулум, ВО — выросты оболочки, АГ — аппарат Гольджи)

Плазма зародышевого мешка фертильной формы ВИР 44 несколько уплотнена. В халазальной части плазма по своей структуре весьма схожа с плазмой антипод. Митохондрии в основном распола-

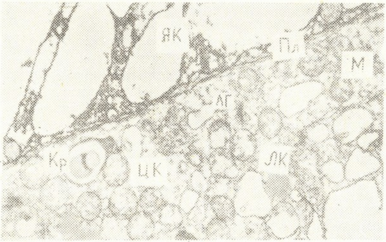


Рис. 2. Фрагмент цитоплазмы зародышевого мешка у ВИР 38 на границе с синергидой. X 10500. Центральная часть

гаются вокруг полярных ядер, иногда плотно примыкая к оболочке последних. Матрикс у них светлый, кристы развиты слабо. ЭР гранулярный, развит плохо, встречается ближе к полярным ядрам. Лейкопласты разбросаны по всей плазме. Некоторые содержат крахмал. Наблюдается чашевидная инвагинация пластид. Пластиды, имеющие плотную строму, по форме вытянутые. Аппарат Гольджи трудно различим, развит слабо. Крахмала и липидных включений мало. Имеются рибосомы в незначительном количестве. В плазме много мелких вакуолей.

В отличие от описанной формы, несколько иную ультраструктуру выявляет другая фертильная форма ВИР 38, отличающаяся от предыдущей ярко выраженной жизнедеятельностью. Плазма здесь просветленная и четко выражена. Почти все органеллы хорошо развиты. ЭР гранулярный, иногда кольцевидной формы. Аппарат Гольджи многочисленный и выделяется на общем фоне своей активностью. Митохондрии однообразной формы, круглые, средних размеров, в них часто наблюдаются процессы деструкции. Много липидных капель и крахмала (рис. 2).

Стерильные формы отличаются от их фертильного аналога лучшим развитием цитоплазматических органелл. По своей активной жизнедеятельности они больше походят на фертильную форму ВИР 38.

В плазме молдавского типа аппарат Гольджи достигает особого развития и располагается чаще в пристенном слое цитоплазмы, продуцируя многочисленные довольно крупные пузырьки, которые интенсивно сливаются с центральной вакуолью. Выделяются также митохондрии, которые здесь разнообразной формы, с хорошо развитыми кристами. ЭР, в отличие от остальных трех опытных форм, встречается как в шероховатой, так и в гладкой форме. В гладком ЭР отмечаются расширение отдельных секторов и их фрагментация. Имеется большое количество липидных включений, крахмала мало. Пластиды, так же как и митохондрии, разнообразной формы. Чашевидная инвагинация встречается довольно часто.

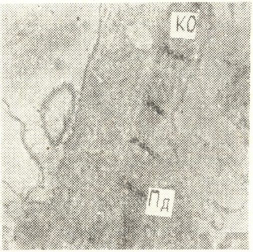


Рис. 3. Плазмодесмы в оболочке зародышевого мешка у ВИР 44М. X10500. Халазальная часть

Рис. 4. Фрагмент оболочки зародышевого мешка с выростами у ВИР 38. X 12 500. Средняя часть

В плазме техасского типа имеется только гранулярный ЭР. Аппарат Гольджи активен, состоит из 6—7 цистерн и многочисленных пузырьков, встречается чаще в центральном тяже цитоплазмы. Митохондрии, в отличие от предыдущей формы, чаще имеют светлый матрикс и рыхлое расположение крист. В пластидах встречаются крупные крахмальные зерна. Количество крахмала в этой форме больше, по сравнению с предыдущей. Особенно отличает эту цитоплазму от всех остальных типов наличие многочисленных свободных рибосом и полисомных комплексов. Здесь больше и осмиофильных включений.

Липидные капли встречаются реже, нежели в ВИР 44М. В плазме обеих стерильных форм имеются многочисленные мелкие вакуоли.

Итак, как показали наши исследования, в фертильной форме ВИР 44, в отличие от ВИР 38, судя по ультраструктурной морфологии органелл, цитоплазма зародышевого мешка на раннем своем развитии (в молодом зародышевом мешке) выглядит довольно пассивно. Жизнедеятельность этой плазмы возрастает позже, уже в зрелом зародышевом мешке, во время фазы цветения (наши неопубликованные данные). Повышенная метаболическая активность плазмы стерильных форм еще на стадии молодого зародышевого мешка, по сравнению с их фертильным аналогом, повторяет картину, описанную нами ранее для клеток яйцевого аппарата [4, 5], и объясняется как проявление компенсации депрессивного характера мужских гамет женским гаметофитом. Наблюдаемые же ультраструктурные различия стерильных цитоплазм типов М и Т, по всей вероятности, определяются их генетической индивидуальностью и должны представлять интерес в сфере познания сущности цитоплазматической мужской стерильности.

Академия наук Грузинской ССР
Институт ботаники

(Поступило 19.11.1982)

ციტოლოგია

ნ. მელია

ციტოპლაზმური მამრობითი სტერილობის მქონე სიმინდის ჩანასახის პარკის პლაზმის ულტრასტრუქტურა

რეზიუმე

სტატიაში წარმოდგენილია სიმინდის ფერტილური და ციტოპლაზმური მამრობითი სტერილობის მქონე ფორმების ჩანასახის პარკის პლაზმის ულტრასტრუქტურის შედარებითი კვლევის შედეგები. პლაზმოდესმების არსებობა ჩანასახის პარკის გარსში გამოვლენილია ყველა შესწავლილ ფორმაში. აღწერილია ზოგიერთი თავისებურება სტერილური ფორმების პლაზმის ულტრასტრუქტურაში. მოცემულია ფერტილურთან შედარებით სტერილური ფორმების ჩანასახის პარკის პლაზმის უფრო მაღალი მეტაბოლური აქტივობის დამადასტურებელი მასალა.

CYTOLOGY

N. S. MELIA

FINE STRUCTURE OF THE EMBRYO SAC PLASMA OF *ZEA MAYS* WITH CYTOPLASMATIC MALE STERILITY

Summary

The results of a comparative electron microscopic study of the embryo sac cytoplasm in fertile and sterile forms of *Zea mays* are presented. Plasmodesmata in the embryo sac wall, adjacent to nucellus, are observed in all forms of maize. The plasma of sterile forms shows higher metabolic activity as compared with its fertile analogue.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Чеботарь. Эмбриология кукурузы. Кишинев, 1972.
2. A. G. Diboll, D. A. Larson. Amer. J. Bot. 53, № 4, 1966.
3. A. G. Diboll. Amer. J. Bot. 55, № 7, 1968.
4. Н. С. Мелия. Изв. АН ГССР, сер. биол., т. 8, № 5, 1982.
5. Н. С. Мелия. Изв. АН ГССР, сер. биол., т. 8, № 6, 1982.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 616.248.616.155.32

ЦИТОЛОГИЯ

М. З. ЦАГАРЕЛИ

ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ И ЦИТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИМФОЦИТОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ БОЛЬНЫХ АТОПИЧЕСКОЙ ФОРМОЙ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ

(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 30.12.1982)

Бронхиальная астма относится к наиболее сложным в иммунологическом отношении аллергическим болезням. Многочисленные исследования иммунологических особенностей патогенеза различных форм бронхиальной астмы показали сложность и многогранность механизмов заболевания.

По мнению ряда ученых, в патогенезе инфекционно-аллергической формы бронхиальной астмы в большинстве случаев ведущую роль играет атопическая сенсибилизация, или реагиновый тип аллергии [1, 2].

В настоящее время в механизме развития реагиновой гиперчувствительности вообще и в частности при бронхиальной астме особое значение отводится состоянию Т- и В-лимфоцитов как основного регуляторного звена иммуногенеза [3]. Следует отметить, что данные, полученные разными исследователями, во многом противоречивы. Так, например, если некоторые авторы указывают на определенный дефицит Т-клеток при атопической бронхиальной астме [4, 5], то другие не находят различия в содержании Т- и В-лимфоцитов у больных бронхиальной астмой по сравнению с нормой [6, 7].

Несмотря на множество работ по изучению Т- и В-лимфоцитов при бронхиальной астме с использованием в основном иммунологических методов, до настоящего времени в литературе мало данных об электронно-микроскопической характеристике указанных популяций. В особенности малочисленны исследования с сопоставлением морфоцитохимических и иммуннологических показателей Т- и В-лимфоцитов. Результаты электронно-микроскопического исследования Т- и В-лимфоцитов в совокупности с иммунологическими данными дадут возможность глубже изучить характер и интенсивность иммунного дисбаланса при бронхиальной астме.

Исходя из вышеуказанного в задачу исследования входили оценка функциональной активности Т- и В-лимфоцитов по данным ультраструктуры и цитохимии и сопоставление этих данных с результатами иммунологических исследований.

С этой целью было исследовано 25 больных с атопической формой бронхиальной астмы (сенсибилизация к аллергену домашней пыли). Результаты сравнивались с данными 10 контрольных лиц — доноров. Были изучены следующие показатели: процентное соотношение Т- и В-лимфоцитов путем спонтанного и комплементарного розеткообразования по методу Джондала (1972), иммуноглобулины в сыворотке крови (А, М, G) — методом радиальной иммунодиффузии по Манчини и соавт. (1965), содержание общего IgE — методом радиоиммуносорбента с применением радиоиммунологических наборов Phadebas IgE PRIST фирмы «Формация» (Швеция), ультраструктура и цитохимия Т- и В-лимфоцитов. Активность кислой (КФ) и щелочной (ЩФ) фосфатаз оценивалась визуально в мазках крови, окрашенных по методу Гомори.

Для элкетронно-микроскопического исследования использовались лейкоцитарная пленка, выделенная методом дробного центрифугирования в течение 5 мин при 1000 g, кусочки пленки фиксировались в 2,5% растворе глутаральдегида на фосфатном буфере в течение 30 мин, дофиксировались в 2% растворе четырехокиси осмия на s-коллидине в течение 1,5 часов при t—4°C, обезвоживались и заключались по общепринятой методике. Срезы получались на ультратоме LKB-IV, окрашивались методом двойного контрастирования и изучались в электронном микроскопе «Tesla BS-500» при ускоряющем напряжении 60 квт.

Проведенное исследование показало, что у больных существенно снижалось количество Т-лимфоцитов — до 34±4,10%, что статистически достоверно (P<0,001), поскольку оно отличалось от показателей в норме (53,27±1,10). В содержании В-лимфоцитов значительных изменений не было обнаружено, в частности, процентное содержание В-лимфоцитов у больных с атопической формой (27,6±2,16%) даже несколько превышало норму (24,73±0,81), однако разница не была статистически достоверной (P>0,1).

При исследовании сывороточных иммуноглобулинов выявилось статистически достоверное повышение IgG (1555±134,7 мг%; P<0,001). В содержании IgA и IM особых сдвигов не наблюдалось (рис. 1).

Исследование уровня общего IgE у больных выявило его значительное повышение (692±53,9 МЕ/мл, P<0,001) по сравнению с нормой (101,5±23,05).

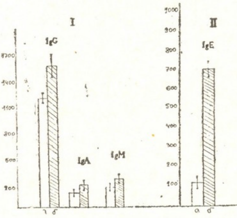


Рис. 1. Содержание сывороточных иммуноглобулинов у больных атопической формой бронхиальной астмы: I — иммуноглобулины (мг%), II — иммуноглобулины E (мэкв/мл); а — доноры, б — больные

Рис. 2. Т-лимфоцит больного атопической бронхиальной астмой. Гиперплазированные лизосомы (1), крупная вакуоля (2), аутофагосома (3), микроворсинки на плазматической мембране (4), ядро (5) уплотнено (×9 000)

Активность цитохимически определяемой кислой фосфатазы (маркера Т-лимфоцитов) была повышена и выявлялась в виде скопления, слияния и агрегации зерен свинца, продукта реакции на КФ. Активность ЩФ в лимфоцитах, отнесенных к В-популяции, была умеренной. Продукт реакции располагался в околоядерной зоне.

При изучении ультраструктуры Т-лимфоцитов привлекали внимание стимуляция и гиперплазия лизосомального аппарата клеток, увеличение содержания вакуолей и аутофагосом в цитоплазме. На плазматической мембране большинства клеток отмечались многочисленные микроворсинки, а в углублениях последних — пиноцитозные пузырьки (рис. 2). У больных с высоким уровнем IgE и низким процентным содержанием Т-лимфоцитов соответственно сдвиги в ультраструктуре, а также в содержании и активности ферментов были более выражены. Так, встречались Т-лимфоциты с полностью разрушенной плазмалеммой и органеллами, вакуолизацией цитоплазмы и ядра, а также набухшие светлые клетки.

В-клетки в большинстве случаев были менее изменены и соответствовали картине условной нормы у человека [8].

Таким образом, на основании полученных данных можно заключить, что ультраструктура и цитохимия Т- и В-лимфоцитов в совокупности с иммунологическими данными достаточно объективно характеризуют аллергическую реактивность больных атопической бронхиальной астмой.

Академия наук Грузинской ССР
Институт экспериментальной морфологии
им. А. Н. Натишвили

(Поступило 14.1.1983)

ციტოლოგია

მ. ცაგარელი

ატოპიური ფორმის ბრონქული ასთმით დაავადებულთა პერიფერიული სისხლის ლიმფოციტების ელექტრონულ-მიკროსკოპული და ციტოქიმიური გამოკვლევა

რეზიუმე

ატოპიური ფორმის ბრონქული ასთმით დაავადებული 25 პირის პერიფერიულ სისხლში შესწავლილია T-და B-ლიმფოციტების რაოდენობა, ულტრასტრუქტურა, მჟავე და ტუტე ფოსფატაზის აქტივობა. ამასთან ერთად სისხლის შრატში განსაზღვრულია A, M და G კლასის იმუნოგლობულინები, აგრეთვე საერთო IgE რაოდენობა.

გამომჟღავნდა პირდაპირი შეფარდება IgE რაოდენობას და T-ლიმფოციტების ულტრასტრუქტურასა და შესწავლილი ფერმენტების აქტივობას შორის. ამ მონაცემების ერთობლივი შეფასებით შეიძლება ატოპიური ბრონქული ასთმით დაავადებულთა ალერგიული რეაქტიულობის ობიექტური განსაზღვრა.

CYTOLOGY

M. Z. TSAGARELI

ELECTRON-MICROSCOPIC AND CYTOCHEMICAL INVESTIGATION OF THE PERIPHERAL BLOOD LYMPHOCYTES IN PATIENTS WITH THE ATOPIC FORM OF BRONCHIAL ASTHMA

Summary

The quantity of T- and B- lymphocytes, ultrastructure, and acid and alkaline phosphatases of the peripheral blood in 25 patients with the atopic form of bronchial asthma were studied. The quantity of A, M, G and E immunoglobulins was also determined in blood plasma.

A close relationship between the quantity of Ig E and ultrastructure of T-lymphocytes and enzyme activity were revealed. These data obtained give us the possibility to define the alergic reactivation of patients with bronchial asthma.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. В. Гургенидзе, А. Г. Гамкрелидзе. Сб. «Теоретическая иммунология практическому здравоохранению». Таллин, 1978, 254—255.
2. D. H. Katz. Immunobiologishe information Heft, Jahrgang, 2, 1980.
3. G. Guinchi, F. Aiuti. Folia allergologica, 23, № 1, 1976, 30-38.
4. M. C. G. Erman *et al*. J. Allergy, 61, 3, 1978, 6-59.
5. J. Strannegard, L. Lindholm. Arch. Allergology andappl. Immunol., 56, 1978, 684-689.
6. R. G. Neiburger *et al*. J. Allergy 61, № 2, 1978, 88-92.
7. A. Oehling, C. D. Crisci. Allergic und Immunology 26, № 3, 1980, 127-136.
8. Д. В. Стефани, Ю. Е. Вельтищев. Клиническая иммунология детского возраста. М., 1977, 126—148.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 616.089.843

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Л. Л. ГУГУШВИЛИ, А. М. ГАГУА

ЗНАЧЕНИЕ АРТЕРИАЛЬНОГО КРОВОСНАБЖЕНИЯ ПРИ РЕЗЕКЦИИ ПЕЧЕНОЧНО-ЖЕЛЧНОГО ПРОТОКА

(Представлено академиком О. Н. Гудушаури 5.11.1982)

Некоторые авторы [1, 2] считают, что кровоснабжение печеночно-желчного протока осуществляется ветвью пузырной артерии. Однако наши предварительные исследования показали, что в кровоснабжении печеночно-желчного протока принимает участие целая артериальная система. Кроме того, несмотря на преимущества резекции печеночно-желчного протока с последующим наложением циркуляторных швов перед другими восстановительными операциями, техника резекции печеночно-желчного протока разработана недостаточно.

Исходя из вышеизложенного, с целью исследования кровоснабжения печеночно-желчного протока и разработки новой операционной техники резекции печеночно-желчного протока рентгено-анатомическим методом нами изучена хирургическая анатомия сосудов печени на 50 препаратах и произведены многочисленные эксперименты на собаках (55).

В 26 из 50 случаев мы находили хорошо выраженную ветвь пузырной артерии, которая, идя сверху вниз, циркуляторно оплетала своими мелкими ветвями пузырный проток. Достигнув места слияния пузырного протока с общим печеночным, она дополняла ветви общей печеночной артерии, идя на большом протяжении вдоль правой и передней стенок печеночно-желчного протока. Здесь ветви пузырной артерии анастомозировали с ветвями артерии общего печеночного и желчного протоков. Более обширного распространения ветвей пузырной артерии вдоль стенок печеночно-желчного протока, как это отмечается в литературе, мы не наблюдали. В остальных 24 случаях ветвь пузырной артерии была слабо выражена, сопровождая пузырный проток на большом протяжении, или отсутствовала.

Особенно важно отметить, что в кровоснабжении печеночно-желчного протока иногда принимают участие мелкие ветви анастомоза между правой печеночной и верхней поджелудочно-двенадцатиперстной и желудочно-двенадцатиперстной артериями. При этом анастомоз располагается либо спереди печеночно-желчного протока, либо вдоль его левой или правой стенки. Мы наблюдали также анастомозы между правой печеночной и верхней поджелудочно-двенадцатиперстной артериями, проходящими через печеночно-двенадцатиперстную связку и участвующими в кровоснабжении печеночно-желчного протока. Ширина анастомоза между правой печеночной артерией и ветвями верхней и нижней поджелудочно-двенадцатиперстных артерий чаще колебалась от 0,5 до 0,9 мм.

Резекция печеночно-желчного протока производится с целью восстановления проходимости его просвета. По мнению С. П. Федорова [1], Г. К. Финкельштейна [2] и др., наиболее физиологичным методом восстановления целостности печеночно-желчного протока является его сшивание. Е. И. Дубровский считает идеальным циркуляторный шов желчного протока после его резекции и редкое применение шва относит за счет трудностей, связанных с сведением концов протока при наличии большого дефекта [3—7].

Приведем описание резекции печеночно-желчного протока по С. П. Федорову: «При планомерной резекции печеночно-желчного протока стараются прежде всего открыть себе последний на всем протяжении. Для этой цели, если только это возможно, рассекают над ним по всей длине брюшинный листок и тупым путем выделяют его из клетчатки. Если это не удается, иссекают его осторожно ножницами, перевязывая и отодвигая проходящие над ним в различных случаях сосуды (aa. cystica, hepatica, ram. dextra hepatica)» [1].

Такая техника резекции печеночно-желчного протока опасна, потому что обнажение и выделение на всем протяжении протока, как показали результаты нашего исследования, ведут к почти полной деваскуляризации его стенки, после чего ставятся под сомнение прочность циркуляторного шва и нормальное срастание резецированных концов печеночно-желчного протока. С. П. Федоров, как нужно было ожидать, на основании собственного опыта и анализа данных других авторов пришел к выводу, что результаты этих операций плачевны. Исходя из нашего топографо-анатомического исследования, мы предлагаем внести некоторые поправки в технику резекции печеночно-желчного протока [3].

Техника операции. При резекции печеночно-желчного протока разрез листка брюшины и клетчатки производят вдоль его правой стенки на протяжении участка, подлежащего резекции. Далее за границами этого участка проводят лигатуры-держалки, концы которых фиксируют зажимами Кохера. После этого необходимо отпрепарировать передний листок брюшины до полного обнажения печеночно-желчного протока. Получившийся лоскут откидывают влево. Переднюю стенку обнаженного участка протока при необходимости берут на лигатуру для подтягивания удаляемого участка. После этого острым скальпелем осторожно отделяют от передней стенки воротной вены заднюю стенку печеночно-желчного протока. При этом все время придерживаются задней стенки удаляемого участка печеночно-желчного протока с таким расчетом, чтобы в случае необходимости, ради спасения передней стенки воротной вены, пожертвовать задней стенкой удаляемой части печеночно-желчного протока. Далее приступают к выделению левой стенки печеночно-желчного протока. При этом надо помнить, что вдоль левой стенки протока под передним листком брюшины располагаются артериальные стволы, питающие стенку печеночно-желчного протока. Поэтому отделять левый передний брюшинный листок от протока не следует. Удаляемый участок печеночно-желчного протока необходимо вылущить из ложа по возможности без повреждения окружающих тканей. Далее иссекают обнаженный участок с таким расчетом, чтобы оставшиеся концы для сшивания были покрыты передним листком брюшины. Первые узловые (кетгутовые) швы накладывают на заднюю стенку печеночно-желчного протока через всю ее толщу. На передней стенке лучше накладывать двухэтажный шов. Первый ряд швов накладывают на серозно-мышечный слой, второй этаж — на передний листок брюшины и клетчатку. Затем область циркуляторного шва перитонизируют лоскутом переднего листка брюшины, который был откинут при обнажении удаляемого участка протока. Не рекомендуется повреждать сосудистые стволы, иногда пересекающие спереди печеночно-желчный проток.

В случае образования больших дефектов после удаления длинного участка печеночно-желчного протока можно прибегнуть к частичной мобилизации верхней горизонтальной части двенадцатиперстной кишки. Для этого небольшой участок верхней горизонтальной части двенадцатиперстной кишки подтягивают кверху, отодвигают также кверху головку поджелудочной железы и фиксируют ее в таком положении, подшивая капсулу железы к париетальной брюшине.

Таким образом, как показало наше исследование, хирург получает возможность без натяжения свести концы печеночно-желчного протока при дефекте длиной до 5 см. При такой технике резекция печеночно-желчного протока может быть успешно применена взамен многих пластических операций.

НИИ экспериментальной и клинической хирургии МЗ ГССР

НИИ скорой помощи им. Н. В. Склифосовского

(Поступило 5.11.1982)

ექსპერიმენტული მედიცინა

ლ. გუგუშვილი, ა. გაგუა

არტერიული სისხლმომარაგების მნიშვნელობა ღვიძლ-სანაღვლე სადინარის რეზექციის დროს

რეზიუმე

ანატომიურ-ექსპერიმენტული გამოკვლევების შედეგად დამუშავებულია ღვიძლ-სანაღვლე სადინარის რეზექციის ახალი ოპერაცია, რაც ადრე მოწოდებული ოპერაციისაგან განსხვავებით ღვიძლ-სანაღვლე სადინარის არეში არსებული 5 სმ-მდე დეფექტის დახურვის საშუალებას იძლევა ჭრილობის კიდეების დაჭიმვის გარეშე. ღვიძლ-სანაღვლე სადინარის რეზექციის ასეთი ტექნიკა შეიძლება წარმატებით იქნეს გამოყენებული ამ მიზნით მოწოდებული პლასტიკური ოპერაციების ნაცვლად.

EXPERIMENTAL MEDICINE

L. L. GUGUSHVILI, A. M. GAGUA

THE SIGNIFICANCE OF ARTERIAL BLOOD SUPPLY IN THE RESECTION OF HEPATIC-BILE DUCT

Summary

As a result of anatomic-experimental studies the authors have developed a new operation technique enabling the surgeon to bring the ends of the hepatic-bile duct together without stretching, when the defect is about 5 cm long. With the aid of this technique resection of the hepatic-bile duct can be applied successfully instead of performing many plastic operations.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. П. Федоров. Желчные камни и хирургия желчных путей. М.—Л., 1934.
2. Г. К. Финкельштейн. Новый хирургический архив, 13, 50, 1927, 212.
3. Л. Л. Гугушвили. Ретроградное кровообращение печени и портальная гипертензия. М., 1972.
4. Л. Л. Гугушвили, А. М. Гагуа. Сообщения АН ГССР, 95, № 2, 1979, 441—444.
5. А. М. Гагуа, Л. Л. Гугушвили, В. П. Демихов, В. М. Горяйнов. Сообщения АН ГССР, 103, № 1, 1981, 197—200.
6. А. М. Гагуа. Сообщения АН ГССР, 102, № 3, 1981, 717—720.
7. А. М. Гагуа. Изв. АН ГССР, сер. биол., 7, № 3, 1981, 197—201.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 615471:616.12

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

А. А. МИНДАДЗЕ, А. Н. ЛАЧКЕПИАНИ, В. М. МОСИДЗЕ, Р. А. МХЕИДЗЕ,
Л. Д. ДЖОХАДЗЕ

ВЛИЯНИЕ НООТРОПИЛА НА ПАМЯТЬ БОЛЬНЫХ ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ АТЕРОСКЛЕРОЗОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 26.3.1982)

Ноотропил (2-окси-пиролидон-ацетамид) является циклическим производным ГАМК, который в последнее время привлекает все большее внимание клиницистов и нейрофизиологов.

По литературным данным, ноотропил обладает особым действием на центральную нервную систему животных, а именно на межполушарный обмен сенсорной информацией [1], скорость обучения и консолидацию следов памяти [2] и запечатлевание [3]. При этом введение этого препарата в организм не оказывает никакого влияния на кровяное давление, размер зрачков, не вызывает неадекватных движений конечностей и т. д. Следовательно, действие ноотропила направлено на модуляцию механизмов, заложенных в основу нервных процессов, определяющих психические функции мозга.

Целью настоящего исследования являлось изучение влияния ноотропила на память пациентов, страдающих церебральным атеросклерозом. Больным назначали медикамент перорально по одной капсуле (0,4 мг) 3 раза в день после еды. Курс лечения длился 3 недели. Для выявления характера мнестических дефектов, появляющихся при церебральном атеросклерозе, был применен клинико-психологический эксперимент, построенный на основе уже имеющегося подхода к исследованию памяти [4]. Для общей характеристики процесса произвольного запоминания использовали метод заучивания 10 изолированных по смыслу слов. Нарастающее число удержанных элементов фиксировали в виде «кривой запоминания». Методом произвольного запоминания исследовали также кратковременную и долговременную формы памяти (КП и ДП соответственно).

На больных устанавливали фон зрительной памяти на узнавание и произвольной вербально-логической памяти. Из обследованных нами 90 больных (38 мужчин и 52 женщины) были сформированы три группы. В первую вошли пациенты с начальными формами заболевания, во вторую — больные (35 человек)с умеренными формами церебрального атеросклероза, в третью — пациенты с выраженной картиной заболевания. Больные, которые не проходили курса лечения ноотропилом, служили контролем (20 больных). Результаты обрабатывали статистически. Для оценки различий средних анализируемых выборок применяли критерий Стьюдента.

В первой серии экспериментов у больных всех трех групп устанавливали фон КП и ДП. Больные первой группы не имели существенных нарушений интеллектуальной деятельности. «Кривая запоминания» относительно низкая, объем КП низкий. При запоминании геометрических фигур больные допускали минимальное число ошибок. При исследовании вербально-логической памяти оказалось, что пациенты сохраняли основную сюжетную линию рассказа и утрачивали лишь часть второстепенных деталей (табл. 1). У больных второй группы наблюдалось интеллектуальное снижение. «Кривая запоминания» зигзагообразная, свидетельствующая о значительной истощенности мнестической функции. Объем КП низкий. При запоминании геометрических фигур пациенты допускали много ошибок. При воспроизведении рассказа больные плохо запоминали сюжетную линию, теряли определенное количество смысловых единиц, наблюдались контаминация и персеверация — парамнестические компоненты оказывались близкими к сюжету рассказа. Когда пациентам указывали на совершенные ошибки, они корригировали их со смущением (табл. 1). Четко выраженное интеллектуальное снижение наблюдалось у больных третьей группы. «Кривая запоминания» торпидного характера невысокого уровня. Объем КП низкий. Исследование памяти на узнавание показало, что пациенты запоминали минимальное число фигур.

Таблица 1

Распределение средних значений основной группы: КП — кратковременная память; ДП — долговременная память; ЗП—зрительная память; ВЛП—вербально-логическая память

	I группа				II группа				III группа			
ерии пытов	КП	ДП	ЗП	ВЛП	КП	ДП	ЗП	ВЛП	КП	ДП	ЗП	ВЛП
I	3,52	—	3,72	2,48	2,08	—	2,16	1,40	1,50	—	1,56	0,48
II	5,02	3,66	5,12	4,64	3,00	1,04	3,12	3,32	1,02	0,62	2,00	1,34
III	7,56	4,56	8,21	6,22	4,32	3,04	5,20	4,18	3,24	1,52	3,01	2,04

Вместе с тем, больные при воспроизведении рассказа сильно редуцировали сюжет, значительно учащались парамнезии, указанные ошибки не исправлялись, кроме персеверации и контаминации, отмечались конфабуляции.

По прошествии недели от начала лечения ноотропилом проводили вторую серию исследований. В первой группе наступило сравнительное улучшение «кривой запоминания», объем ДП не был низким, повысился и объем КП. Объем правильно восстановленных слов увеличился. При воспроизведении рассказа сохранялась основная сюжетная линия с потерей лишь незначительных деталей (табл. 1). Во второй группе зигзагообразная «кривая запоминания» приобрела относительно устойчивый вид. Статистически достоверно повысилась КП, улучшился показатель зрительной памяти. Сравнительно низким остался объем ДП. При воспроизведении рассказа больные утрачивали все детали, но не имели места парамнезии и контаминации (табл. 1). В третьей группе «кривая запоминания» осталась торпидной, с низким уровнем. Также низким остался объем ДП. Вместе с тем, повысился статистически достоверный объем КП, незначительно улучшилось узнавание фигур, при воспроизведении рассказа отмечалось явление персеверации, но не происходила редукция рассказа и отсутствовали конфабуляции (табл. 1).

Третья серия экспериментов была предпринята спустя 2 недели от начала медикаментозного лечения. В первой группе «кривая запоминания» достигла нормы. Повысился объем КП и ДП, улучшился показатель зрительной памяти. Пациенты стали хорошо передавать содержание рассказа, утрачивая лишь незначительные детали. Во второй группе также улучшилась «кривая запоминания», сравнительно повысился объем КП и ДП, улучшился и показатель зрительной памяти. Воспроизведение рассказа проходило успешно, утрачивались только незначительные детали, не имели места парамнезии и контаминации. В третьей группе «кривая запоминания» была торпидного характера и приобрела зигзагообразный вид, улучшились показатели КП, ДП и зрительной памяти. Больные восстанавливали сжатое содержание рассказа без сопутствующих персеверации и контаминации.

Исследование больных контрольной группы показало, что за 3 недели наблюдения у этих пациентов не наступило улучшения «кривой запоминания» и увеличения объема ДП и КП. Без существенных изменений остались зрительная и вербально-логическая память (табл. 2).

Таблица 2

Распределение средних значений контрольной группы: КП — кратковременная память; ДП — долговременная память; ЗП — зрительная память; ВЛП — вербально-логическая память

Серии	КП	ДП	ЗП	ВЛП
I	3,52	-	3,72	2,48
II	3,61	2,16	3,71	2,71
III	3,72	2,31	3,32	2,84

Таким образом, лечение ноотропилом оказывает положительное влияние на память больных церебралным атеросклерозом. Наиболее интересным нам кажется факт, что ноотропил улучшает самые различные формы памяти. Так, действие этого препарата оказывает эффект как на кратковременную, так и на долговременную память, улучшает зрительную память, а также во многом содействует восстановлению вербально-логической памяти.

Из литературных данных [5—6] известно, что как внутривенное введение ноотропила, так и аппликация этого вещества на кору полушарий животных вызывают облегчение межполушарного транскаллозального взаимодействия. Имеются также данные, что транскаллозальное взаимодействие полушарий мозга во многом содействует мнемоническим процессам, в частности консолидации следов памяти в головном мозге.

Исходя из вышесказанного, мы склонны думать, что облегчение междуполушарного взаимодействия под влиянием неотропила должно являться одной из причин улучшения памяти исследуемых нами больных церебральным атеросклерозом.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии
им. И. С. Бериташвили

(Поступило 5.11.1982)

ექსპერიმენტული მედიცინა

ა. მინდაძე, ა. ლაჩყეპიანი, ვ. მოსიძე, რ. მხეიძე, ლ. ჯოხაძე

ნოოტროპილის გავლენა ცერებრული ათეროსკლეროზით დაავადებული ავადმყოფების მეხსიერებაზე

რეზიუმე

შესწავლილ იქნა ნოოტროპილის გავლენა ათეროსკლეროზით დაავადებულ 90 ავადმყოფის მეხსიერებაზე.

აღმოჩნდა, რომ ნოოტროპილით მკურნალობა დადებით გავლენას ახდენს ცერებრული ათეროსკლეროზით დაავადებულთა მეხსიერებაზე. ნოოტროპილი აუმჯობესებს როგორც ხანმოკლე, ისე ხანგრძლივ მეხსიერებას, აუმჯობესებს მხედველობით მეხსიერებას, აგრეთვე ხელს უწყობს ვერბალურ-ლოგიკური მეხსიერების აღდგენას.

EXPERIMENTAL MEDICINE

A. A. MINDADZE, A. N. LACHKEPIANI, V. M. MOSIDZE, R. A. MKHEIDZE, L. D. JOKHADZE

THE EFFECT OF NOOTROPIL ON THE MEMORY OF PATIENTS WITH CEREBRAL ATHEROSCLEROSIS

Summary

The memory of 90 atherosclerotic patients was tested under the effect of Nootropil treatment. Nootropil was found to facilitate long-term as well as short-term memory. The facilitation of verbal-logical memory was also observed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. O. Buresova. J. Bures. Psychopharmacologia, № 1, 93, 1976.
2. C. Giurgea, F. Moyersoons. Arch. Inter. Pharmacodyn; 199, 67, 1972.
3. Р. С. Рижинашвили, Г. А. Марсагишвили, Л. Д. Джохадзе. Сообщения АН ГССР, 93, № 3, 1979.
4. А. Р. Лурия. Высшие корковые функции человека и их нарушения при локальных поражениях мозга. М., 1962.
5. C. Giurgea. Cond. Reflex, v. 8, № 2, 1973, 108-115.
6. Л. Д. Джохадзе, З. В. Самадашвили. Сообщения АН ГССР, 100, № 1, 1980.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲘᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 616.716.4—089.843.001.6

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

В. В. ПАНИКАРОВСКИЙ, А. С. ГРИГОРЬЯН, Н. В. ДГЕБУАДЗЕ, Г. П. БОРИСОВ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КСЕНО- И АЛЛОГЕННЫХ ТРАСПЛАНТАТОВ НА ОСНОВЕ КОСТНОЙ ТКАНИ ПЛОДОВ

(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 10.5.1983)

В настоящее время для пластики костных дефектов используют брефокость (костную ткань 6—8-месячных плодов человека). Этот материал обладает рядом преимуществ по сравнению с другими костными трансплантатами. Показано, что он хорошо «приживляется» при его использовании для закрытия костных ран и дефектов, не вызывает реакции отторжения в силу упрощенного антигенного свойства эмбриональной ткани, к каковой он относится, и удобен в применении, если речь идет о незначительных по объему дефектах [1—3].

Имеются данные, указывающие, что даже ксеногенный эмбриональный костный материал может дать хороший эффект приживления [4—7].

Эти сведения побудили нас провести сопоставление трансплантатов, изготовленных из костной ткани эмбрионов того же вида, что и реципиент, с трансплантатами, изготовленными из костной ткани эмбрионов другой видовой принадлежности.

В лаборатории патологической анатомии ЦНИИС впервые была создана технология ([1] и разработана для экспериментального изучения композиция на основе кости плода. Материалом служили длинные трубчатые кости, 28-дневные плоды кроликов, а также 6—8-месячные плоды человека. Фрагменты кости подвергали гомогенизации, прессованию под давлением для придания необходимой формы, лиофильной сушке, структурировали в парах формальдегида и стерилизовали μ-лучами. В часть материала после гомогенизации добавляли метилурацил в концентрации 5% к массе конечного продукта.

Испытывали трансплантаты из брефокости на кроликах, которым воспроизводили стандартный сквозной дефект нижней челюсти в области ее угла, диаметром в 1 см, окончатой фрезой Марченко. Всего было использовано 80 животных, которых в зависимости от условий эксперимента разделили на 4 группы, по 20 кроликов в каждой: кроликам 1-й и 2-й групп пересаживали костную ткань плодов человека, 3-й и 4-й групп — трансплантаты кроличьих плодов. Животным 1-й и 3-й групп трансплантировали «чистый» брефоостеопласт, 2-й и 4-й групп — брефоостеопласт, содержащий метилурацил.

Забивали животных введением в ушную вену воздуха через 1, 3, 7, 10, 15, 20, 30 суток, 2, 3, 6 месяцев после операции. Выпиливали участки кости вместе с трансплантатом и фиксировали в 10% растворе формалина. Декальцинировали в трилоне Б. После заливки в парафин готовили срезы, которые окрашивали гематоксилин-эозином.

Как показало микроскопическое изучение препарата в костном дефекте, заполненном брефоостеопластом «чистым» и брефоостеопластом

([1] Приоритетная справка № 3468901 от 30.12.81 г. Приоритетная справка № 3504207/13 от 5.8.82 г.

с метилурацилом из эмбриональной ткани человека, в 1—20-е сутки происходит интенсивное развитие клеточно-волокнистой и костной ткани репарата, продвигающейся от периферии дефекта к центральным его отделам.

На 7—10-е сутки к этому присоединяется формирование юных костных балок вдоль края дефекта. Одновременно можно видеть начало рассасывания трансплантационного материала.

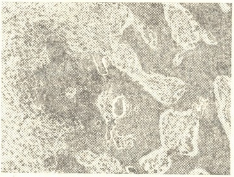


Рис. 1. Костный дефект, замещенный «чистым» ксеногенным брефоостеопластом. 10 суток наблюдений. Новообразованные костные балки на периферии дефекта (ув. ×100)

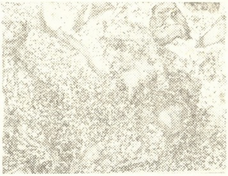


Рис. 2. Костный дефект, замещенный «чистым» ксеногенным брефоостеопластом. 30 суток наблюдений. Микрочастицы трансплантата окружены обильным гнойным инфильтратом. (ув.×100)

В последующие сроки к 20-м суткам и позже воспалительная реакция постепенно усиливается, однако и в указанные сроки формирование клеточно-волокнистой остеогенной ткани, а также юных костных структур протекает все еще довольно активно. В дальнейшем к 1-му месяцу активность гнойно-воспалительной реакции неуклонно возрастает, особенно выражен воспалительный инфильтрат, в котором, наряду с нейтрофильными лейкоцитами и гистиоцитарными элементами, в большом количестве обнаруживаются и эозинофилы в центральных отделах дефекта, в результате чего частицы трансплантата оказываются погруженными в гнойные фокусы (рис. 2).

В сроки до 3 месяцев в опытах с «чистым» ксеногенным брефоостеопластом процесс репаративного костеобразования затушевывается воспалительной реакцией, отмечаются явления резорбции в уже сформированных структурах костной мозоли. Проявляется тенденция к элиминированию части трансплантата путем образования фистул, открывающихся в полость рта и на кожу.

В опытах, где применяли брефоостеопласт с добавлением метилурацила, вновь начинают преобладать репаративные явления. Отмечается прорастание клеточно-волокнистой и молодой костной ткани в центральные отделы дефекта. Микрофрагменты трансплантата подвергаются резорбции, лишь кое-где они окружены плотным лейкогистиоцитарным инфильтратом (рис. 3). Изредка встречаются солитарные микроабсцессы.

В 6-месячный срок наблюдения процессы отторжения трансплантата в опытах с «чистым» ксеногенным брефоостеопластом продолжают проявляться с прежней интенсивностью.

У животных с ксеногенными трансплантатами, содержащими метилурацил, наблюдается вторичная перестройка структур костной мозоли с формированиями пластинчатой кости. Воспалительная реакция менее выражена, чем в предыдущие сроки.

В экспериментах с аллогенными трансплантатами динамика заживления костного дефекта была иной.

В результате интенсивного процесса репарации в сроки до 10 суток наблюдений на периферии дефекта формируется сеточка костных трабекул, возрастающая клеточно-волокнистая ткань проникает в трансплантат, расслаивая его и пронизывая по всему периметру. Элементы трансплантата, как хрящевые и костные, так и его органический матрикс, подвергаются активной резорбции, частью замуровываются в структурах репарата. Прогрессивное развитие остеогенной ткани с одновременным рассасыванием микрофрагментов трансплантата приводит к тому, что к месячному сроку наблюдений костные дефекты практически на всем протяжении оказывают замещенными провизорной костной мозолью (рис. 4).

Рис. 3. Костный дефект, замещенный ксеногенным брефоостеопластом, содержащим метилурации. 90 суток наблюдений. Дефект заполнен костной мозолью (ув.×100)

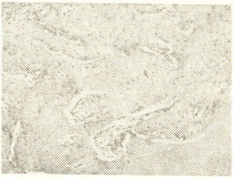


Рис. 4. Костный дефект, замещенный аллогенным брефоостеопластом. 30 суток наблюдений. Костный дефект замещен новообразованными костными структурами (ув.×100)

В сроки 3—6 месяцев этот процесс завершается, и в результате ткань костной мозоли по своему строению приближается к ложевой костной ткани.

Следует отметить, что в группе животных, которым подсаживался трансплантат, содержащий метилурацил, процесс новообразования остеогенной клеточно-волокнистой ткани и костных компонентов репарата протекал несколько быстрее, а процессы вторичной перестройки и созревания структур костной мозоли активнее, нежели в опытах с «чистым» кроличьим брефоостеопластом.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что у кроликов, которым в костный дефект подсаживали материал, изготовленный из костной ткани плодов человека (ксеногенные трансплантаты), наступает реакция отторжения, приводящая к элиминированию подсаженного материала и торможению процесса замещения дефекта новообразованной костной тканью.

Добавление в ксеногенный трансплантационный материал метилурацила ослабляет реакцию отторжения и тем самым способствует образованию костной мозоли, хотя в целом процесс регенерации кости все же ослаблен.

Более эффективным из исследованных трансплантатов оказался аллогенный. Регенерация кости в этом случае чрезвычайно интенсивна, а воспалительная реакция практически отсутствует, что обусловливает быстрое (1 месяц) образование костной мозоли с последующей ее вторичной перестройкой и замещением функционально адекватными костными структурами.

Полученные данные не согласуются со сведениями, приведенными в литературе, о возможности приживления ксеногенной эмбриональной костной ткани. Иммуногенная потенция брефокости оказывается достаточной, чтобы в этих условиях проявила себя видовая несовместимость тканей донора и реципиента. В то же время следует отметить, что добавление в трансплантат метилурацила повышает его стимулирующую способность, снижает воспалительную реакцию и способствует более быстрому костеобразованию, что и служит обоснованием к введению указанного лекарственного вещества в состав трансплантационного материала.

ЦНИИ стоматологии МЗ СССР
Москва

(Поступило 27.5.1983)

ექსპერიმენტული მედიცინა

ვ. პანიკაროვსკი, ა. გრიგორიანი, ნ. დგებუაძე, გ. ბორისოვა

„ნაყოფის ძვლის ქსოვილის საფუძველზე დამზადებული ქსენო და ალოგენური ტრანსპლანტატების ეფექტურობის შედარებითი დახასიათება“

რეზიუმე

80 ბოცვერზე ჩატარებულ ექსპერიმენტებში ჰისტოლოგიურად შესწავლილია ქვედა ყბის სტანდარტული, ხელოვნური დეფექტის შეხორცება დინამიკაში, მასში სხვადასხვა ტრანსპლანტაციური მასალის შეტანის შემდეგ. ტრანსპლანტატის მასალა დამზადებული იყო ადამიანისა და ბოცვერის ნაყოფის ძვლისაგან „სუფთა“ ან 5% მეთილურაცილის დამატებით. უფრო ეფექტური აღმოჩნდა ალოგენური ტრანსპლანტატი.

EXPERIMENTAL MEDICINE

V. V. PANIKAROVSKI, A. S. GRIGORYAN, N. V. DGEBUADZE,
G. P. BORISOVA

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE EFFECTIVENESS OF XENO- AND ALLOGENIC TRANSPLANT BASED ON FETUS BONE TISSUE

Summary

In histological investigations of 80 rabbits observations were made of the healing dynamics of standard artificially reproduced defects of the lower jaw following the introduction of transplant materials prepared from human- and rabbit fetus bone ("pure" or containing 5% methyl-uracil). Allogenic transplant proved more effective, for regeneration was most intensive and the inflammatory reaction was practically absent, ensuring a rapid (1 month) formation of a callus.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. И. Костандян. Автореферат докт. дисс., Благовещенск, 1970.
2. В. А. Спекторов. Автореферат канд. дисс. М., 1969.
3. П. Г. Сысолятин. Автореферат канд. дисс. Новосибирск, 1971.
4. Н. М. Джабиев. Материалы докладов III Всесоюзной конференции по пересадке тканей и органов. Ереван, 1963, 302.
5. И. Я. Жуковский. Тезисы докладов Республиканской научно-практической конференции по проблемам консервирования и применения гомо- и гетеротканей в ортопедии и травматологии. Киев, 1964, 203—204.
6. К. М. Лисицын. Ортопедия, травматология и протезирование, 4, 1961, 25—28.
7. А. П. Надеин. Биологические особенности трансплантации костной гомоткани и методы ее консервирования. Л., 1969.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 616.613—003.7

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Г. Г. БОЧОРИШВИЛИ

НОВАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ КОРАЛЛОВИДНОГО НЕФРОЛИТИАЗА

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. В. Асатиани 15.7.1983)

Проблема коралловидного нефролитиаза в последние годы активно разрабатывается [1—4]. Однако в доступной нам литературе отсутствуют сведения о применении различных радиофармацевтических препаратов для одновременного исследования артериальной и венозной гемодинамики и клубочковой фильтрации, а также определении функционального состояния канальцевого аппарата почек с помощью гамма-камер с компьютерной обработкой результатов. С другой стороны, возможность математической обработки получаемой информации и определение количественных критериев функционального состояния почек поставили нас перед необходимостью морфометрического подтверждения результатов радионуклидного исследования.

Целью работы явилось выяснение особенностей функционального состояния почек больных коралловидным нефролитиазом методом сопоставления результатов клинико-лабораторных исследований с комплексом современных радионуклидных и морфометрических данных.

В 1976—1981 гг. в урологической клинике II МОЛГМИ им. Н. И. Пирогова обследовано 95 больных коралловидным нефролитиазом (из них 38 двусторонним). Помимо общепринятого клинико-лабораторного и рентгенологического обследования, у всех больных выполняли радиофункциональные исследования на гамма-камере «Picker» с компьютером РДП 11/05. Исследование артериальной и венозной гемодинамики, а также определение клубочковой функции проводили с ^{99}Тс-ДТПА. Канальцевую функцию изучали с ^{131}I-гиппураном. Результаты радионуклидного исследования обрабатывали по программам аппроксимации и деконволюционного анализа [5, 6].

Морфометрическое исследование интраоперационных почечных биоптатов 69 больных, оперированных по поводу коралловидного нефролитиаза, проводили с помощью измерительной сетки Хеннинга [7].

На основании анализа результатов наших исследований мы пришли к заключению, что для правильного осмысления функционального состояния почек, выбора оптимальной тактики лечения с учетом прогнозирования результатов решающее значение приобретает обязательно комплексная оценка нескольких форм преимущественного нарушения функциональных почечных параметров: артериальной, венозной, канальцевой, клубочковой, выделительной.

Проведенными исследованиями обнаружено, что может встречаться нарушение как одной формы (например, канальцевой), так и нескольких форм одновременно. Распределение больных в зависимости от форм преимущественного нарушения функциональных почечных параметров показало, что превалированное нарушение одной формы (часто это нарушение канальцевой функции) можно было отнести к легкой степени поражения. В то же время наличие сопряженных нарушений (например, канальцевой и клубочковой или же канальцевой, гемодинамической и клубочковой) указывало на тяжелую степень дезорганизации почечной паренхимы.

Мы постарались разделить больных по группам, основываясь именно на формах преимущественного нарушения функциональных почечных параметров, но этого оказалось недостаточно. Для односторонних коралловидных камней имела исключительно важное значение оценка функционального состояния контралатеральной почки, которая в зависимости от степени изменений в ипсилатеральной демонстрировала разные степени (глубину) изменений. Так, в случаях полного отсутствия функции пораженного органа, подтвержденного комплексом радионуклидных исследований, отмечалось уменьшение скоростных функциональных характеристик с возрастанием «емкостных» показателей в контралатеральной. При этом обращали на себя внимание как уменьшение скоростных радиофункциональных характеристик, так и возрастание «емкостных» показателей в 2 раза в контралатеральной почке по сравнению с аналогичными параметрами почек пациентов контрольной группы (компенсация). В таких случаях и тактика лечения отличалась от лечебных мероприятий, предпринимаемых в случаях, когда в контралатеральной почке отмечалось возрастание скоростных функциональных характеристик со снижением ее «емкостных» параметров (декомпенсация).

Стереометрический анализ оперированных почек указал на необходимость разделения больных на несколько групп с учетом степени дезорганизации почечной паренхимы.

Сопоставлением данных клинико-лабораторного исследования с результатами радиофункционального и морфометрического исследования удалось установить, что для каждой стадии ХПН характерна та или иная стадия функционального поражения почек с той или иной формой нарушения функциональных почечных параметров, состояния контралатеральной почки и морфологических изменений в паренхиме.

Существующая классификация коралловидного нефролитиаза [8] основывается только на оценке форм коралловидного конкремента по отношению к чашечно-лоханочной системе и не более. Мы не отрицаем важности определения степени обструкции чашечно-лоханочной системы как одной из причин развившихся тяжелых изменений в паренхиме, однако считаем, что такое разделение ни в коей мере не может говорить о степени функционально-морфологических изменений в почках.

Классификация нарушений функционально-морфологического состояния почек у больных коралловидным нефролитиазом

Стадии функциональных нарушений почек	Формы преимущественного нарушения функциональных почечных параметров	Функциональное состояние контралатеральной почки	Степень морфологических изменений в паренхиме	Стадии ХПН
I	а) Артериальная	Функция не изменена	Легкая	Латентная
	б) Венозная			Компенсированная
II А	в) Канальцевая			
II Б	г) Клубочковая	Компенсация	Средняя	Интермитирующая
III	д) Выделительная	Декомпенсация	Тяжелая	Терминальная

Анализируя все вышесказанное, мы предложили классификацию нарушений функционально-морфологического сотояния почек у больных коралловидными нефролитиазом (см. таблицу) и установили основные критерии тяжести поражения почечной ткани в каждой стадии.

Разработанная классификация и разделение больных по стадиям учитывались при выборе тактики лечения.

Больным в I и II стадиях заболевания выполнялись органосохраняющие операции и только девяти больным в III стадии заболевания была произведена нефрэктомия.

Комплекс радионуклидных исследований у больных с односторонними каролловидными камнями, проведенный до и через 2—4 месяца после операции, свидетельствует о стабилизации нарушенной функции пораженной и контралатеральной почки.

При двусторонних коралловидных камнях отдаленные результаты существенно лучше у больных, которым операция выполнялась на лучше функционирующей почке.

Научно-исследовательский институт урологии и нефрологии МЗ ГССР

II Московский медицинский институт им. Н. И. Пирогова

(Поступило 1.9.1983)

ექსპერიმენტული მედიცინა

გ. ბოჭორიშვილი

მარჯნისებრი ნეფროლითიაზის ახალი კლასიფიკაცია

რეზიუმე

კლინიკო-ლაბორატორული, რენტგენოლოგიური, რადიონუკლიდური და მორფომეტრული გამოკვლევებით შესწავლილია მარჯნისებრი ნეფროლითიაზით დაავადებული 95 ავადმყოფი. მიღებული მონაცემების შეჯერების საფუძველზე შესაძლებელი გახდა დაავადების პათოგენეზის დადგენა და ახალი კლინიკური კლასიფიკაციის შემუშავება, რაც საფუძვლად დაედო მკურნალობის ტაქტიკას. დადგენილია, რომ დაავადების განვითარების I, II და III სტადიას განსაზღვრავს თირკმლების ამა თუ იმ ფუნქციური მახასიათებლის უპირატესი დარღვევა, კონტრალატერალური თირკმლის ფუნქციური მდგომარეობა ცალმხრივი დაავადების დროს, თირკმლის პარენქიმაში განვითარებული მორფოლოგიური ცვლილებები და თირკმლების ქრონიკული უკმარისობის შესაბამისი სტადია.

EXPERIMENTAL MEDICINE

G. G. BOCHORISHVILI

NEW CLASSIFICATION OF STAGHORN CALCULUS

Summary

Good correlation of laboratory, X-ray radionuclide studies with the results of morphometric investigations of intraoperative renal bioptates enabled understanding of the pathogenesis of staghorn calculus and helped to choose the treatment procedure according to the recovery or stabilization of impaired renal function and prognosis of the disease.

On the basis of the investigations the author has differentiated 3 stages of the staghorn calculus disease based on the preferantial disturbance of the kidney function, functional state of the contralateral kidney during ipsilateral trouble, degrees of the pathologic changes in the affected kidney, and stages of chronic renal failure.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Паливода. Коралловидные камни почек. Минск, 1973.
2. Э. К. Яненко. Автореферат докт. дисс. М., 1980.
3. S. N. Rous, N. R. Turner. J. Urol., 1, 118, 1977, 902-904.
4. J. P. Blandy *et al*. In: Abstracts. XVIII Congrès Société Internationale d'Urologie: Paris, 24-29 juin, 1979. Paris, 1979, p. 179-179.
5. А. Я. Ванинский, Т. И. Макарова, Г. Г. Бочоришвили. Медицинская радиология, № 9, 1978, 43—50.
6. Г. Г. Бочоришвили, А. Я. Ванинский. Изв. АН ГССР, сер. биол., т. 4, № 6, 1978, 485—492.
7. Г. Г. Бочоришвили. Сообщения АН ГССР, 94, № 2, 1979, 497—500.
8. И. М. Слуцкин. Автореферат канд. дисс. М., 1971.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 616—005.4—07

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

О. М. БРЕГАДЗЕ, Н. Н. БУРКАДЗЕ, С. М. ШАГИНОВА

ИНФОРМАТИВНОСТЬ МИННЕСОТСКОГО КОДА КАТЕГОРИИ 4—4 КАК РАННЕГО ПРИЗНАКА ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА

(Представлено академиком О. Н. Гудушаури 5.9.1983)

В последнее время как в Советском Союзе, так и за рубежом проводятся массовые популяционные исследования с целью выявления ранних признаков ИБС, в том числе и некоторых риск-факторов, способствующих развитию заболевания [1—3]. Для унификации проведенных исследований рядом авторов предложены стандартизированные методы анализа полученных данных, среди которых особо важное значение придается расшифровке ЭКГ исследований по Миннесотскому коду [4].

Характерными критериями ИБС по Миннесотскому коду являются изменение зубца Q (категория 1—1, 1—2), снижение интервала S—T (категория 4—1, 4—2, 4—3) при отрицательном зубце T, явно отрицательные зубцы T (5—1, 5—2, 5—3), атриовентрикулярная блокада (6—2, полная блокада левой ножки пучка Гисса, 7—1, и мерцание предсердий, 8—3).

Как уже говорилось, категория 4 полностью относится к ST-сегменту. Если категория 4—1, 4—2, 4—3 характерна для ишемической болезни сердца, то категория 4—4 отражает лишь патологию ST-сегмента, т. е. снижение ST на 1 мм и более.

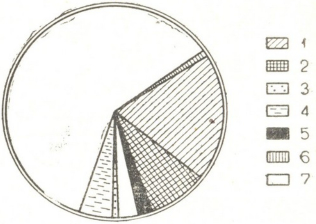
В течение 10—15 лет научно-поликлиническим отделением НИИ клинической и экспериментальной кардиологии им. акад. М. Д. Цинамдзгвришвили МЗ ГССР (1952—1967 гг.) изучалась природа ST-сегмента, а именно его серповидная форма, которая не вошла в Миннесотский код и является как бы промежуточной между нормой и патологическим снижением ST-сегмента категории 4—4 по Миннесотскому коду [4—7].

Вышеуказанными авторами были обследованы 150 человек, имевших серповидную форму ST-сегмента. Лабораторно-инструментальными исследованиями было доказано наличие у них атеросклероза аорты, динамические же наблюдения избранного контингента показали, что в части случаев у обследованных развивался инфаркт миокарда, именно в том месте, где отмечался серповидный ST-сегмент. При изучении секционно-морфологического материала 30 случаев с серповидной формой ST-сегмента (умерших по разным причинам) были обнаружены атеросклеротические изменения коронарных артерий. На основании вышесказанного авторами был сделан вывод, что серповидная форма ST-сегмента является предвестником ишемической болезни сердца.

В течение последних 10 лет в НИИ кардиологии им. акад М. Д. Цинамдзгвришвили проводятся популяционные исследования среди рабочих и служащих промышленных предприятий с целью выявления ишемической болезни сердца среди них. Определяются следующие формы ИБС: 1) документированный инфаркт миокарда (категории Миннесотского кода 1—1, 1—2), 2) стенокардия напряжения и инфаркт миокарда в анамнезе, установленный на основании положительных ответов по опроснику «Rous», 3) бессимптомная форма ИБС (при наличии ЭКГ категории Миннесотского кода IV—1, 2, V—1, 2 при отсутствии III—1, 2), 4) аритмическая форма.

В особую группу нами были выделены лица с серповидной формой ST-сегмента, которые по строгим критериям не подходили ни к одной из форм ИБС, однако на основе анамнеза, врачебного осмотра и наличия серповидного ST-сегмента диагностировались как лица с возможным наличием ИБС.

Рис. 1. 1 — Переход в форму 4—4; 2 — усиление болей; 3 — изоэлектричность зубца Т; 4—снижение вольтажа; 5 — улучшение ЭКГ; 6 — брадикардия; 7 — появление левожелудочковых экстрасистол



Эта группа объединила 150 человек с наличием характерных для ИБС болями в области сердца, типичной иррадиацией и с серповидной формой ST-сегмента в II, III и V_5, V_6 отведениях ЭКГ. Группа подвергалась динамическому наблюдению, проводились врачебно-профилактические мероприятия, как медикаментозные, так и немедикаментозные. Спустя 3 года наблюдения были получены следующие результаты: неоднократное обследование избранного контингента во всех случаях подтвердило диагноз ишемической болезни сердца, в 20% случаев на ЭКГ было зарегистрировано снижение ST-сегмента на 1 мм, т. е. форма 4—4 по Миннесотскому коду, в 1% случаев зубец Т стал изоэлектричным (5—3 по Миннесотскому коду), в 5% случаев наблюдалось снижение вольтажа на ЭКГ, в 3% случаев появились левожелудочковые экстрасистолы и в 1% — брадикардия, в 2% случаев имело место улучшение ЭКГ, в 9% — усиление болей, в части случаев опросник «Rous» стал положительным.

Нужно отметить, что серповидная форма как бы предшествует коду 4—4 или сливается с ним в определенном проценте случаев. Исходя из того что доказана роль серповидной формы ST-сегмента на ЭКГ как раннего признака ИБС, но она не входит в Миннесотский код, следует считать код 4—4 ишемическим и нацелить внимание врачей, проводящих популяционные исследования, на него как на ранний признак ишемической болезни сердца.

НИИ клинической и экспериментальной
кардиологии
им. М. Д. Цинамдзгвришвили

(Поступило 9.9.1983)

ექსპერიმენტული მედიცინა

ო. ბრეგაძე, ნ. ბურკაძე, ს. შაგინოვა

მინესოტის კოდის 4—4 კატეგორია, როგორც ადრეული მაჩვენებელი გულის იშემიური დაავადებისა

რეზიუმე

საქ. სსრ ჯანმრთელობის დაცვის სამინისტროს აკად. მ. წინამძღვრიშვილის სახ. კლინიკური და ექსპერიმენტული კარდიოლოგიის ინსტიტუტის მიერ მოწოდებულია კორონარული უკმარისობის ადრეული გამოვლინების სადიაგნოსტიკო მეთოდი, კერძოდ, ელექტროკარდიოგრაფის S—T სეგმენტის ნამგლისებური ფორმა. აღნიშნული სიმპტომი დადასტურებულ იქნა, როგორც დიდ კლინიკურ მასალაზე მრავალწლიანი დაკვირვების შედეგად, ისე მორფოლოგიურად 30 სექციურ მასალაზე.

ჩვენს მიერ ჩატარებულ ეპიდემიოლოგიურ კვლევაში აღნიშნული მეთოდი გამოვიყენეთ 35—59 წლის პირებში. ამოვარჩიეთ 150 ელექტროკარდიოგრამა ნამგლისებური S—T სეგმენტით. დინამიური დაკვირვების შედეგებმა აშკარად დაგვანახეს, რომ ნამგლისებური S—T სეგმენტი გადაიზარდა დეპრესიულ T კბილების მქონე ელექტროკარდიოგრამებში (მინესოტის კოდი 4—4 კატეგორია), ერთ შემთხვევაში T კბილი გახდა იზოელექტრული (5—3 მინესოტის კოდით), 5% შემთხვევაში აღინიშნა ელექტროკარდიოგრამის დაბალი ვოლტაჟი, 3% შემთხვევაში ექსტრასისტოლური არითმიის განვითარება და 1%-ში — ბრადიკარდია.

მიუხედავად ამისა, S—T სეგმენტის ნამგლისებური ფორმა იძლევა კორონარული უკმარისობის ადრეულ ინფორმაციას, მინესოტის კოდი კი ამას არ ითვალისწინებს, ამიტომ კატეგორია 4—4 მინესოტის კოდისა, რომელიც უფრო ახლოს დგას ნამგლისებურ S—T სეგმენტთან, მიზანშეწონილი იქნებოდა ჩაგვეთვალა იშემიურ კოდად.

EXPERIMENTAL MEDICINE

O. M. BREGADZE, N. N. BURKADZE, S. Sh. SHAGINOVA

THE INFORMATIVE VALUE OF THE MINNESOTA CODE CATEGORY 4-4 AS AN EARLY SYMPTOM OF ISCHEMIC HEART DISEASE (IHD)

Summary

The M. Tsinamdzgvrishvili Institute of Clinical and Experimental Cardiology, GSSR Ministry of Health, has proposed a diagnostic method for the early identification of coronary insufficiency, viz., the sickle-shaped form of the ECG ST-segment. The indicated symptom was demonstrated on the basis of long-term clinical observations as well as morphologically by the sectional material of 30 cases.

The authors' epidemiologic study, carried out by the above method involved 150 ECGs with the sickle-shaped form of the ST-segment (the age of the subjects ranged from 35 to 59). The results of dynamic observations show clearly that the sickle-shaped ST-segment developed into ECGs with depressive T-teeth (category 4-4 of the Minnesota code); in one 1% of

cases the T-tooth became isoelectrical (5-3 by the Minnesota code); in 5% of cases the ECG voltage was low; in 3% extrasystole arrhythmia developed, and in 1% bradycardia was noted.

It is suggested that category 4-4 of the Minnesota code, which is closer to the sickle-shaped ST-segment, be considered an ischemic code.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. В. Чазова и др. Кардиология, 2, 1981, 79.
2. Е. В. Кокурина и др. Кардиология, 9, 1981, 95.
3. А. Баубинене и др. Кардиология, 9, 1981, 75.
4. О. М. Брегадзе. Некоторые особенности течения хронической коронарной недостаточности. Тбилиси, 1974.
5. О. М. Брегадзе. Клиническая электрокардиография. Тбилиси, 1957.
6. М. Л. Кобахидзе. Труды Ин-та кардиологии, т. VIII. Тбилиси, 1963, 401.
7. К. И. Цинцадзе и др. Труды Ин-та кардиологии, т. IX. Тбилиси, 1969, 40.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 561:551:796

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

Э. В. КВАВАДЗЕ

О ПЕРЕОТЛОЖЕННОЙ ПЫЛЬЦЕ В ГОЛОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ КОЛХИДЫ
(Западная Грузия)

(Представлено академиком Л. К. Габуния 19.2.1983)

При палинологических исследованиях распознавание переотложенных пыльцевых зерен является одной из сложных задач, так как к настоящему времени нет достаточно надежных критериев их определения. Для выяснения вопросов переотложения большой интерес представляет изучение голоценовых отложений Колхиды, в связи с тем что здесь многочисленными работами исследователей (В. С. Доктуровский, М. И. Нейштадт, Н. А. Хотинский, В. П. Слука, Н. А. Маргалитадзе, Э. В. Квавадзе, Н. А. Гей, И. И. Шатилова, Н. К. Ратиани, Л. П. Рухадзе, Н. С. Мамацашвили, Н. Б. Клопотовская, А. Л. Абрамов, И. И. Абрамова, А. В. Чернюк) установлен флористический состав голоценовых фитоценозов, который ничем не отличается от фитоценозов настоящего времени. Такого рода вывод базируется на комплексном изучении голоценовой флоры с применением не только спорово-пыльцевого анализа, но и палеокарпологического метода, анализа древесины и других макроскопических растительных остатков. Следует отметить и то, что подобными исследованиями охвачены все генетические типы голоценовых отложений, включая бессточные озера, торфяники, почвы, где фактически отсутствует процесс переотложения пыльцы.

С целью выявления закономерностей распределения переотложенных форм нами из современных отложений Колхиды были изучены многочисленные пробы аллювия, почв, озерных, морских и болотных отложений. Оказалось, что наибольшее количество переотложенной пыльцы встречается в прибрежной зоне морских осадков, несколько меньше — в глубоководной части моря и низовьях больших рек. Присутствие переотложенных пыльцевых зерен не отмечалось в морских лагунах, в бессточных озерах и на поверхности болот Абхазии. Отсутствует процесс переотложения и в верхнегорных торфяниках, в малых карстовых озерах и во всех типах почв.

Особо следует отметить, что в связи с определенными геоморфологическими условиями переотложенная пыльца, по нашим наблюдениям, присутствует в отложениях болот и торфяников Колхиды. В центральной и наиболее низкой части Колхидской низменности на поверхности болот нами обнаружены единичные пыльцевые зерна Taxodiaceae, Carya, Tsuga и споры древних папоротников. Судя по интенсивной окраске и степени фоссилизации, эту пыльцу нельзя считать современной, которая могла бы заноситься из культурных насаждений. Для сравнения мы изучили рецентную пыльцу указанных таксонов (отсутствующих в современной флоре Колхиды) и субфоссильных спорово-пыльцевых спектров поверхностных проб с территорий Сухумского и Батумского ботанических садов, парков, дендрариев. Субрецентная пыльца имеет желтовато-зеленоватую окраску, что в корне отличает ее от ископаемой пыльцы коричневого цвета. Почти

2/3 субрецентной пыльцы имеет сферическую форму. Следовательно, в болотных почвах пыльца таксодиевых, тсуги, гикори и споры папоротников переотложенная и, по-видимому, принесена водами Черного моря, затапливающими местность во время половодья (устьевая часть правобережья р. Пичора). Кроме того, редко процесс переотложения наблюдается и в торфяниках пойм больших рек: Анаклия, Кулеви, Поти, Супса.

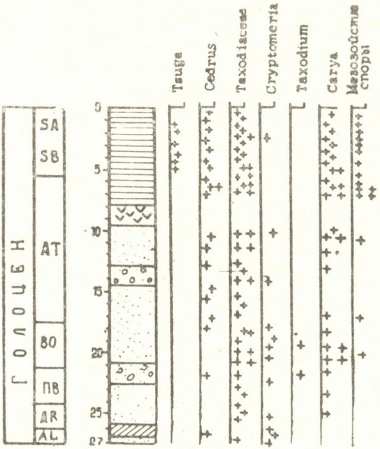


Таблица 1. Переотложенная пыльца и споры растений в морских отложениях голоцена Абхазии
(+ - единичные пыльцевые зерна,
++ - до 10 зерен и более)

Принимая во внимание приведенные выше данные, рассмотрим вопрос распределения переотложенных форм в голоценовых отложениях Колхиды. Как отмечалось, морские осадки в наибольшей степени «засорены» переотложенной пыльцой. Наиболее детально нами были изучены голоценовые отложения Черного моря на участке между гг. Леселидзе и Сухуми (скважины № 721, 723, 36, 601, 603, 609, 607). Почти во всех разрезах, вскрытых скважинами, постоянно присутствуют пыльца и споры Taxodiaceae, Carya, Cedrus, Cyathea, Dicksonia. Наибольшего количества в спектрах достигает содержание пыльцы таксодиевых. При просмотре материала скв. 36 (г. Сухуми) в одном препарате иногда насчитывалось до 15—20 пыльцевых зерен (глубины 3,20—6,90 м). Всего же в 65 образцах скв. 36 насчитано около 400 пыльцевых зерен Taxodiaceae. Встречаются зерна хорошей сохранности, которые мы смогли определить до рода. Это в основном пыльца Cryptomeria (34 зерна) и Taxodium (4 зерна). Количество пыльцы Cedrus несколько уступает содержанию пыльцы Taxodiaceae. Всего в отложениях скв. 36 определено 154 пыльцевых зерна гикори. Количество пыльцы Cedrus не превышает 45—50 зерен. Почти на всех скважинах отмечена пыльца Tsuga (в скв. 36 обнаружено 12 зерен тсуги). Единично и довольно редко наблюдается присутствие пыльцы Dacrydium, Podocarpus, Picea sp., Engelhardtia, Pterocarya sp., Platycarya, Liquidambar, Eucalyptus. Споры древовидных папоротников присутствуют единично. Это в основном споры мезозойского облика (в отложениях скв. 36 насчитано 27 спор). Количество переотложенной пыльцы различно для отдельных периодов голоцена. Максимальное содержание переотложенных форм приходится на отложения, соответствующие концу атлантического и всего суббореального периодов. Значительное увеличение содержания переотложенной пыльцы отмечается в осадках бореального времени. Некоторое повышение содержания переотложенных форм наблюдается в середине атлантического периода. Во все эти периоды голоцена имели место ухудшение климатических условий на территории Колхиды [1, 2] и регрессия вод Черного моря. Не исключено, что в суббореальное время процесс размыва и эрозия прилегающей суши происходили с наибольшей интенсивностью, чем и объясняется столь большое участие в спорово-пыльцевых спектрах этого времени переотложенной из более древних отложений пыльцы и спор растений. Из состава переотложенных форм следует, что размывались в основном породы первой половины плейстоценового времени. Именно к этому отрезку времени приурочено максимальное развитие представителей семейства таксодиевых.

Следует отметить, что присутствие переотложенной пыльцы и спор не отмечено в прослоях торфяников, в морских лагунах (скв. 471, 416, 613, 704), а также в разрезах почв Мюссерского и Пицундского заповедников.

Переотложенные пыльцевые зерна по степени фоссилизации, сохранности и цвету отличаются друг от друга. Выделяются пыльца с более темной окраской и пыльцевые зерна более бледного цвета. Сохранность пыльцы тоже разная. Большая часть переотложенной пыльцы плоская и деформирована. Однако встречаются и пыльцевые зерна хорошей сохранности.

В заключение отметим, что при палинологических исследованиях голоцена с особой осторожностью следует относиться к интерпретации спорово-пыльцевых спектров морских отложений, так как именно они в большей степени могут быть «засорены» переотложенными формами. По мере возможности необходимо сравнивать результаты изучения морских и континентальных отложений. Последние в большей степени могут быть лишены переотложенных пыльцевых зерен. При реконструкции растительности с особой осторожностью надо относиться и к единичным пыльцевым зернам, так как в большинстве случаев этот факт указывает на переотложение пыльцы. Наряду с учетом геологических и геоморфологических условий, следует принимать во внимание особенности литологического состава вмещающих пород, режим седиментации, а главное, историю развития флоры и растительности исследуемого региона. При этом сохранность пыльцевых зерен не всегда может быть отличительным критерием.

Академия наук Грузинской ССР
Институт палеобиологии

(Поступило 25.2.1983)

პალეობიოლოგია

ე. ყვავაძე

გადალექილი მტვრის შესახებ კოლხეთის ჰოლოცენურ ნალექებში

რეზიუმე

აფხაზეთის ჩრდილო-დასავლეთი ნაწილის ჰოლოცენის ზღვიურ ნალექებში უმეტესად გვხვდება Taxodiaceae, Carya, Cedrus-ის გადალექილი მტვერი და ხისებრი გვიმრების სპორები.

Dacrydium, Podocarpus, Picea sp., Engelhardtia, Pterocarya sp., Platycarya, Liquidambar, Eucalyptus-ის მტვრის მარცვლები ერთეულების სახით აღინიშნება.

კოლხეთის დაბლობის ცენტრალურ და ყველაზე დაბალ ნაწილში ტორფნარის ზედაპირზე აღმოჩენილია Taxodiaceae, Carya, Tsuga-ს ერთეული გადალექილი მტვრის მარცვლები და უძველესი სპორები. ისინი მოტანილია მდინარეებით და შავი ზღვის წყლებით, რომლებიც წყალდიდობის შედეგად ტბორავს არემარეს.

PALAEOBIOLOGY

E. V. KVAVADZE

ON REDEPOSITED POLLEN IN THE HOLOCENE DEPOSITS OF KOLKHETI (WESTERN GEORGIA)

Summary

A study of the material of eleven boreholes and analysis of the peculiarities of spore-pollen spectra of recent deposits has enabled the author to conclude that most of the redeposited pollen and spores are observed in coastal marine deposits.

The highest content of redeposited pollen of *Taxodiacea*, *Carya*, *Cedrus*, and of the spores of dendritic ferns is found in marine deposits of the Holocene in north-western Abkhazia.

A single occurrence is noted of the pollen of *Podocarpus*, *Picea*, *sp.*, *Dacrydium*, *Engelhardtia*, *Pterocarya sp.*, *Platycarya*, *Liquidambar*, *Eucalyptus*.

In the central and lowest part of the Kolkheti lowland, on the surface of peat bogs, single redeposited pollen grains of *Taxodiacea*, *Tsuga*, *Carya* are found, as well as ancient spores, which are delivered here by rivers and waters of the Black Sea inundating the country during floods.

There are no redeposited forms in lakes without outlet, sea lagoons, and highland peat bogs, small karstic lakes, and all types of soils.

Most of the redeposited pollen is deformed, the exine surface being destroyed. However, redeposited pollen grains of very good preservation have been found.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. В. Квавадзе. ДАН ССР, 241, № 1, 1978, 170—173.
2. Э. В. Квавадзе. Сб. «Четвертичная система Грузии». Тбилиси, 1982, 123—130.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 4

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Н. Б. ГИГАУРИ

К ВОПРОСУ О СЕМАНТИЧЕСКИХ КРИТЕРИЯХ ПРИ ПОСТРОЕНИИ СИНОНИМИЧЕСКИХ РЯДОВ

(Представлено академиком Ш. В. Дзидзигури 28.1.1983)

Проблема синонимии давно привлекает внимание как советских, так и зарубежных лингвистов. Однако более интенсивно она разрабатывается в нашей стране. Доказательством служит обилие посвященных данной проблеме работ отечественных ученых [1—5].

Многочисленные работы в области таких вопросов, как определение синонима, принципы классификации синонимов, построение синонимических рядов и т. п., не привели к созданию какой-либо цельной теории синонимов. Понятие синонима все еще является одним из наименее разработанных в современной лингвистике. Нет единого мнения и в определении самой сущности синонима.

Не вызывает сомнений тот факт, что синонимы составляют реально существующую систему в области лингвистики. Они возникают в языке в процессе его исторического развития, на базе расширения понимания окружающей действительности.

У различных авторов даются разные, порой противоречивые определения синонима. Аналогичная картина наблюдается и по вопросам определения критериев классификации синонимов.

Некоторые авторы выделяют предметную близость как основу синонимии [6, 7]. По нашему мнению, нельзя согласиться с такой точкой зрения, так как при подобной трактовке синонима разрывается единство общего и частного; общее в синонимах раскрывается через предмет, а частное — через слово. Однако синоним — лингвистическая категория, и общее и частное в нем должны рассматриваться именно в языковом плане.

Обязательным условием синонимичности слов некоторые исследователи считают тождество их значений [8—10].

Тождество значений не может считаться основой синонимичности слов и отрицается многими лингвистами. Так, по утверждению А. А. Реформатского [7], абсолютных синонимов обычно не бывает. Автор отмечает, что если и бывают случаи такого неопределенного параллелизма, то между конкурентами сейчас же возникает борьба и либо один вытесняет другой, либо они дифференцируются стилистически или делаются знаками разных диалектов.

Необходимым условием при изучении синонимов С. Г. Бережан [4] считает выяснение того, тождественны ли сравниваемые слова в полном своем объеме или они имеют лишь одну или несколько точек соприкосновения в отдельных лексико-семантических вариантах. Он указывает, что в процессе рассмотрения синонимов надо сопоставлять не слова в полном своем объеме, а их отдельные лексико-семантические варианты, так как близость слов состоит именно в тождестве их отдельных лексико-семантических вариантов.

По нашему мнению, тождественных, т. е. абсолютных, синонимов вообще не существует, так как язык не терпит тождественности значений. Два слова, очень блзикие по значению, могут не различаться идеографически, но иметь стилистические и структурные различия, одно из них является более употребительным, или разговорным. Один тот факт, что два слова с одинаковым значением не могут попасть в язык одновременно, обусловливает разницу между ними.

Большинство лингвистов, работающих в области синонимии, кладет в ее основу единство выражаемого синонимами понятия [2, 11]. При таком определении разрывается единство значения и последнее рассматривается только со стороны выражаемого словом понятия, предметная же сторона вовсе не учитывается.

Многие исследователи считают взаимозаменяемость основным критерием синонимии. Так, например, С. Ульман [12] отмечает, что синонимами могут быть слова, взаимозаменяемые в любых контекстах.

По мнению Б. В. Горнунга [10], наоборот, синонимами могут быть слова, взаимозаменяемые лишь в определенных, находящихся в строгом соотношении друг с другом контекстах, а слова, взаимозаменяемые в любых контекстах, автор не включает в синонимические ряды и называет их не синонимами, а «лексическими дублетами», «эквивалентными словами».

Обязательным условием при установлении синонимичности слов Ю. Д. Апресян [2] считает частичную семантическую взаимозаменяемость.

На самом деле, осуществление взаимозаменяемости слов без ущерба смыслу, высказывания часто бывает невозможным. Трудно найти слово, обладающее адекватным с синонимичным ему словом значением, не отличающееся стилистически или употреблением.

Для того чтобы дать правильное определение синонимов, надо выяснить, какие признаки должны приниматься за основные, т. е. при отсутствии каких признаков вообще нельзя говорить о синонимии, и которые из них являются второстепенными, уточняющими различия между ними.

Основным признаком синонимичности слов, по нашему мнению, можно считать общий лексико-семантический вариант их значения, который будет называться нами основным стержневым значением, связывающим два или более синонима в один синонимический ряд. Так, например, в синонимическом ряду to look, to stare, to gaze, to glance, to glare и т. д. основным стержневым значением является значение „смотреть", которое в чистом виде представлено в глаголе to look; в остальных глаголах данного ряда сохраняется значение to look, но появляются дополнительные значения. Так, to stare означает „смотреть пристально, широко открытыми глазами", to gaze—„смотреть пристально и долго, уставиться", to glance—„взглянуть мельком, бросить взгляд", to glare—„смотреть пристально и гневно" и т. п., однако, как отмечено выше, стержневое значение, выражаемое глаголом to look, сохраняется во всех глаголах данного синонимического ряда.

По нашему мнению, взаимозаменяемость является очень важным, но не основным признаком синонимичности слов, точнее, в синонимическом ряду не обязательно, чтобы все синонимы были взаимозаменяемы. Так, например, в рассматриваемом выше синонимическом ряду to look, to stare, to gaze, to glance, to glare и т. п. глаголы to stare и to glance не взаимозаменяемы, однако они взаимозаменяемы с глаголом to look.

Если мы обозначим глагол to look знаком X, глагол to stare—знаком Y, глагол to glance—знаком Z, а взаимозаменяемость—знаком $\longleftrightarrow$ (как у Б. В. Горнунга [10]), то получим соотношение $X \longleftrightarrow Y$, $X \longleftrightarrow Z$, но при этом Y и Z не будут взаимозаменяемы, однако X—Y—Z образуют синонимический ряд.

Вопрос о существовании доминанты, т. е. опорного слова, с которым соотносятся все слова, входящие в данный синонимический ряд, является дискуссионным. Поскольку мы выделяем синонимический ряд по основному стержневому значению, то доминантой мы считаем тот компонент синонимического ряда, в котором наиболее ярко выражено стержневое значение, объединяющее данный синонимический ряд. В таком слове должно быть минимальное количество дополнительных значений, и оно должно быть взаимозаменяемо с остальными компонентами ряда. Однако в большинстве случаев, слово, содержащее в себе только основное стержневое значение и взаимозаменяемое со всеми синонимами данного ряда, т. е. доминанту, выделить нельзя так как такого слова может вовсе и не быть в синонимическом ряду. В таком случае связующим звеном является отнюдь не доминанта, а общность их основного стержневого значения.

Нельзя смешивать основное стержневое значение и доминанту; при отсутствии доминанты все компоненты одного синонимического ряда соотносятся со стержневым значением. Так, слова also, too, as weel, either, по нашему мнению, нужно считать синонимами. Однако Ю. Д. Апресян [2] отмечает, что, хотя указанные слова и имеют общее семантическое значение, они не вступают в синонимические отношения на том основании, что они не взаимозаменяемы.

Согласно нашему подходу, also, too, as well, either образуют синонимический ряд, поскольку они связаны общим стержневым значением «тоже», «также». Too и also не имеют дополнительных к стержневому значению оттенков. Отчасти же они различаются между собой по месту, занимаемому ими в предложении, т. е. конструктивно обусловлены. В конце предложения могут быть употреблены и also и too, хотя последнее встречается чаще; в середине предложения too приобретает значение «слишком». As well отличается от других синонимов данного ряда некоторыми оттенком значения, так как в нем подразумевается положительная оценка. По месту, занимаемому в предложении, as well совпаадет с too.

Несмотря на то что в рассматриваемом нами синонимическом ряду also обладает значением, близким к стержневому, и взаимозаменяемо с too и as well, оно не может считаться доминантой данного ряда, так как не взаимозаменяемо с either, употребляемым только в отрицательных предложениях. Не представляется возможным также исключение из данного синонимического ряда слова either (хотя оно не взаимозаменяемо ни с одним из остальных синонимов изучаемого ряда), поскольку в нем содержится то же стержневое значение, что и в других словах изучаемого ряда.

Мы полагаем, что приведенные примеры служат хорошим доказательством того, что основным критерием синонимичности слов является не выделние слова-доминанты или осуществление взаимозаменяемости слов, а выделение общего стержневого значения, объединяющего синонимы в один ряд.

Принимая во внимание все вышесказанное, синонимами мы называем два или более слова, которые, совпадая в основном стержневом значении, различаются стилистически, а также особенностями употребления и сочетаемостью с другими словами.

Синонимия — это явление, охватывающее все области языка. Можно говорить о грамматической, а именно о синтаксической синонимии, когда определенная грамматическая конструкция близка по значению с другой грамматической конструкцией.

Наиболее широко развита лексическая синонимия. В лексической синонимии можно различать несколько видов. Синонимами могут быть: а) отдельные морфемы, как например un и in; б) фразеологические единицы, как например to leave no stone unturned—to move heaven and earth; в) слово и фразеологическая единица, ср. to decide—to make up one's mind; в таком случае, данная фразеологическая единица является эквивалентном той части речи, к которой принадлежит синонимичное ей слово.

Тбилисский государственный
педагогический институт
иностранных языков
им. И. Чавчавадзе

(Поступило 28.1.1983)

ენათმეცნიერება

ნ. გიგაური

სინონიმური მწკრივების აგების სემანტიკური კრიტერიუმის საკითხისათვის

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია სინონიმური მწკრივების შესწავლის სემანტიკური კრიტერიუმის შერჩევის პრობლემა. საკითხის ირგვლივ არსებული შეხედულებების დაწვრილებითი კრიტიკული ანალიზის შედეგად ავტორი იძლევა სინონიმური მწკრივის საკუთარ განსაზღვრებას.

მთავარ ნიშნად, რომლის საფუძველზეც ხდება სინონიმთა გაერთიანება ერთ მწკრივში, აღიარებულია ძირითადი სემანტიკური მნიშვნელობის ერთიანობა.

LINGUISTICS

N. B. GIGAURI

ON THE SEMANTIC CRITERIA OF BUILDING UP SYNONYMIC GROUPS

Summary

The present paper deals with the problem of the selection of semantic criteria in the analysis of synonymic groups. The author gives a detailed review of the existing opinions on the question and his own definition of synonyms.

The nucleus of denotative meaning is considered to be the principal feature on the basis of which words are united in a synonymic group.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. А. Арбекова. Труды Военного института иностранных языков. М., 1956, 12.
2. Ю. Д. Апресян. ВЯ, № 6, 1957, 84.
3. А. А. Уфимцева. Сб. «Лексическая синонимия». М., 1967. 26.
4. С. Г. Бережан. Сб. «Лексическая синонимия». М., 1967, 43.
5. В. Г. Вилюман. Английская синонимика. М., 1980.
6. А. А. Реформатский. Введение в языкознание. М., 1947, 34.
7. К. А. Левковская. Лексикология немецкого языка. М., 1956, 136.
8. Т. А. Дегтярева. Уч. зап. I МГПИИЯ, т. V, 1953, 23.
9. А. Д. Григорьева. Вопросы культуры и речи, № 2, 1959, 7.
10. Б. В. Горнунг. ВЯ, № 5, 1955, 98.
11. А. Н. Гвоздев. Очерки по стилистике русского языка. М., 1955, 30.
12. St. Ullmann. The Principles of Semantics, 2nd ed, 1957, 108.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 804/806

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Н. Е. ДЖИКИЯ

ОБ ОДНОМ ПРОМЕЖУТОЧНОМ ЯВЛЕНИИ МЕЖДУ ФРАЗЕОЛОГИЗМАМИ-ВАРИАНТАМИ И ФРАЗЕОЛОГИЗМАМИ-СИНОНИМАМИ

(Представлено академиком Ш. В. Дзидзигури 15.3.1983)

Проблемы вариативности системы языка при сохранении ее стабильности в последнее время все больше привлекают внимание исследователей. Свидетельством этому является недавно состоявшаяся в Москве широкая конференция [1]. Три доклада на этой конференции были посвящены вопросам вариантности фразеологических единиц в разных языках [1].

Однако в упомянутых и других работах последних лет вопрос о вариативности фразеологии слишком тесно связывается или с вариативностью того или иного конкретного языка в целом, скажем, с не вполне устоявшейся нормой португальского языка, его диалектным разнообразием и т. п., или с варьированием в индивидуальном стиле писателя [2]. Есть, однако, нечто в вариативности самой фразеологической системы как таковой, что может быть выделено независимо от таких явлений, как диалектное разнообразие фразеологизмов, и что может быть поэтому наилучшим образом показано на материале языка с вполне устоявшейся и обработанной литературной нормой. В настоящей работе материалом служат фразеологизмы как раз такого языка — французского.

Кроме того, в настоящее время при изучении вариативности фразеологизмов нельзя не учитывать развитие общелингвистических представлений о вариативности в семантике (так как наиболее интересная вариантность фразеологизмов заключается именно в их лексике и семантике). В наших приведенных ниже наблюдениях мы учитываем различие, определенное Ю. С. Степановым, между двумя основными типами семантико-синтаксических преобразований — трансформациями, с одной стороны, и перифразированием, с другой [3].

Категория вариантности — закономерное свойство фразеологии, поэтому внимание к ней со стороны исследователей-фразеологов не ослабевает. Существуют различные точки зрения о явлении фразеологической вариантности. Нельзя согласиться с крайней позицией ряда исследователей, из которых одни считают возможным относить все фразеологические единицы, возникающие на основе заменяемых компонентов, к вариантам некоторой более общей фразеологической единицы, другие же считают вариантами лишь сочетания, различающиеся известными формальными вариациями второстепенного порядка. Мы присоединяемся к мнению большинства исследователей, считающих, что варианты фразеологических единиц — это сосуществующие общеупотребительные разновидности фразеологической единицы, являющиеся результатом чередования ее состава и формы при непременном условии тождества смыслового значения.

Лексические значения компонентов фразеологических единиц в большей или меньшей степени ослаблены и подчинены общему значению фразеологизма. В полностью переосмысленных фразеологических единицах компоненты утрачивают свою предметную отнесенность, становясь потенциальными словами, не имеющими самостоятельного лексического значения. Это и дает возможность заменять некоторые компоненты общего значения фразеологизма.

Отношения синонима между фразеологическими сочетаниями менее изучены. В отличие от вариантов, синонимами считают такие группы фразеологических сочетаний, когда сочетания строятся на основе «образов разного семантического наполнения» [4]. В отличие от вариантов, фразеологические синонимы, относясь к одному общему понятию, различаются смысловой спецификой, что становится особенно явным при переводе. У фразеологизмов-синонимов исключается взаимная замена компонентов. Это объясняется тем, что фразеологизмы-синонимы имеют одинаковую структурную организацию [5]. Например: «сыграть в ящик» и «сойти в могилу» (умереть) — это фразеологизмы-синонимы, нельзя сказать «сыграть в могилу» или «сойти в ящик». Напротив, во фразеологических единицах-вариантах такая взаимная замена компонентов допускается.

Приведем несколько примеров на материале французского языка. Например, bouffer des briques; manger de la misère—«голодать». В этих фразеологизмах взаимозаменяемость компонентов легко допускается, можно сказать: bouffer de la misère et manger des briques; следовательно, мы имеем дело с двумя вариантами одного фразеологизма. Но при сравнении фразеологизмов faire maigre chère et manger de la misère—«голодать», проводя анализ в соответствии со сказанным выше, мы должны будем прийти к выводу, что это два разных фразеологизма, только со сходными значениями. Следовательно, это фразеологизмы-синонимы.

Можно привести множество примеров фразеологизмов-синонимов со значением mourir—«умереть»: dèvisser son billard; casser sa pipe, s'en aller les pieds devant; passer (dans) la barque (à Caron); être guéri du mal de dents, n'avoir plus mal aux dents; avaler son acte de naissance; remercier son boucher; aller dans l'autre monde; dècamper pour l'autre monde; n'être plus au monde; cesser d'être plus au monde; cesser d'être au monde; sortir du monde и др.

Нужно отметить, что в языке вообще трудно провести четкую грань между двумя смежными категориями, тем более трудно иметь дело с такими динамическими явлениями, как вариантность или синонимия. Всегда будут определенные промежуточные образования, имеющие некоторые черты сходства и различия с каждой крайней категорией. Целью нашей работы как раз является показать промежуточное явление между фразеологизмами-вариантами и фразеологизмами-синонимами. Оно составляет особую подгруппу и заслуживает внимания.

Рассмотрим примеры:

jus d'octobre-jus de la vigne — разг. вино;
hôtel de la modestie-hôtel du rat qui pète — прост. скверный постоялый двор;
mur d'airain-mur de séparation— преграда, глухая стена.

На первый взгляд кажется, что в приведенных вариантах варьируются лишь различающиеся части, которые и составляют синонимические пары в пределах каждого фразеологизма-инварианта: d'octorbe-de la vigne; de la modestie-du rat qui pète; d'airain-de séparation. Иначе говоря, кажется, что эти случаи не отличаются от других случаев фразеологизмов-вариантов, как например, candeur d'agneau (de cygne) — крайняя наивность; moteur à avoine (à crottin) — лошадь и т. п. На самом деле это не так.

Случаи jus d'octobre-jus de vigne и подобные на самом деле представляют собой разные наименования одного и того же предмета действительности — вина (также постоялого двора, глухой стены) по совершенно разным признакам этого предмета. Синонимически соотносятся здесь не разные слова на основе их функционального значения (в данном сочетании с третьим словом), а разные комплексные наименования на основе их отнесения к одному и тому же предмету действительности. То, что в каждом из этих наименований повторяется одно и то же родовое наименование jus, hôtel; mur, не делает синонимами остальные части наименования (d'octobre, vigne; la modestie—le rat qui pète; airain-séparation) даже в составе этих словосочетаний. Синонимами здесь являются сложные наименования в целом: jus d'octobre-jus de vigne; hôtel de la modestie-hôtel du rat qui péte; mur d'airain-mur de séparation.

Нам кажется, что отмеченный нами тип варьирования фразеологизмов очень близок к тому, что Ю. С. Степанов называет перифразами: «Примером перифраз, — пишет Ю. С. Степанов, — может служить: Иван купил козу у Петра — Петр продал козу Ивану; при перифразировании остается тождественным денотат, или референт, предложения, но меняется его смысл» [3]. К перифразам относятся также случаи типа «у нас натоплено» — «у нас тепло в комнате» и т. п. [3]. Тем самым выделенный нами тип может быть освещен в сетке тех же отношений, что и общее явления перифразы.

Вместе с тем, этот тип будет составлять — уже в рамках фразеологии — промежуточное явление между фразеологизмами-вариантами и фразеологизмами-синонимами.

Приведем другие примеры:

feu d'artifice-feu de joie — фейерверк;

jambe de coq-jambe de fuseau — ноги, как спички;

parler à mot couvert-parler à mi-mots — говорить намеком;

maison de bouteille-maison de plaisance — загородный дом, дача;

latin de cuisine- latin de sacristie — испорченная латынь;

moule à goufres-moule à pastilles— рябое лицо, букв. форма для вафель, форма для лепешек;

disputer de la chape-disputer à l'êvêque — спорить по-пустому и т. п.

Из вышесказанного можно сделать следующий вывод: между фразеологизмами-вариантами и фразеологизмами-синонимами существует тесная взаимосвязь; когда же стираются различия между этими двумя категориями возникает новый тип, который должен рассматриваться как промежуточное явление между ними. Такая тесная связь между фразеологизмами-синонимами и фразеологизмами-вариантами открывает, как нам кажется, еще один параметр системности фразеологии.

Тбилисский государственный
педагогический институт
иностранных языков
им. И. Чавчавадзе

(Поступило 24.3.1983)

ენათმეცნიერება

ნ. ჯიქია

ვარიანტებსა და სინონიმებს შორის არსებული ერთი გარდამავალი მოვლენების შესახებ ფრაზეოლოგიაში

რეზიუმე

ენის ფრაზეოლოგიურ სისტემაში არის ისეთი მნიშვნელოვანი მოვლენა, რომელიც არც ვარიანტებს მიეკუთვნება და არც სინონიმებს. აღნიშნული მოვლენა სტატიაში ფრანგული ენის მაგალითებზე დაყრდნობით განხილულია, როგორც გარდამავალი მოვლენა ამ ორ ფენომენს შორის. ასეთი მოვლენის არსებობა კიდევ ერთხელ უსვამს ხაზს ვარიანტებსა და სინონიმებს შორის მჭიდრო კავშირის არსებობას, რაც კიდევ ერთხელ ამტკიცებს ფრაზეოლოგიის სისტემურობას.

LINGUISTICS

N. E. JIKIA

CONCERNING A TRANSITIONAL PHENOMENON BETWEEN VARIANTS AND SYNONYMS IN THE PHRASEOLOGICAL SYSTEM OF LANGUAGE

Summary

The phraseological system of language evidences an important phenomenon which does not belong either to variants or to synonyms. On the basis of material of the French language this phenomenon is considered transitional between variants and synonyms. The existence of this phenomenon emphasizes once more a close connection between variants and synonyms, this being another proof of the systems character of phraseology.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. А. Рубинчик, В. В. Товпенец, Р. Р. Юсипова. Тез. докл., 1, 2, Институт востоковедения АН СССР. М., 1982.
2. Н. Н. Курчиткина, А. В. Супрун. Фразеология испанского языка. М., 1981.
3. Ю. С. Степанов. Имена, предикаты, предложения. М., 1981.
4. В. Г. Гак, Я. И. Рецкер. Французско-русский фразеологический словарь. М., 1963.
5. А. И. Молотков. Фразеологический словарь русского языка. М., 1968.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 881.07

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Г. Т. ХУХУНИ

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ ИСТОРИИ ЯЗЫКА В РУССКОЙ ЛИНГВИСТИКЕ КОНЦА XIX — ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЫ XX ВЕКА

(Представлено академиком А. С. Чикобава 6.6.1983)

В конце прошлого — начале нынешнего столетия в русской лингвистике формируются оригинальные школы и направления, связанные с именами А. А. Потебни (Харьковская школа), Ф. Ф. Фортунатова (Московская школа) и И. А. Бодуэна де Куртенэ (Казанская и Петербургская школы).

В зарубежном языкознании указанный период характеризуется пересмотром ряда положений, распространенных в предыдущие годы. Этот процесс приводит, с одной стороны, к возникновению Лейпцигской школы младограмматиков, которая вскоре заняла господствующее положение в науке о языке, а с другой — к выступлению лингвистов, ей оппозиционных (Г. Шухардт, К. Фосслер, итальянские неолингвисты). В России наиболее далекой от младограмматических установок оказалась школа Потебни, наиболее близкой в ряде моментов — школа Фортунатова (что, однако, признается не всеми авторами — ср. [1]). В этом плане можно говорить о Московской и Лейпцигской школах как о представителях неограмматического направления. К последнему причисляли порой и Бодуэна де Куртенэ с его учениками, однако подобная квалификация представляется неоправданной.

Разумеется, при сопоставлении между собой воззрений Бодуэна и Фортунатова, касающихся основных проблем изучения истории языка. можно выявить в их научном мировоззрении определенные сходства (разграничение, хотя и не совсем одинаковое, внешней и внутренней истории, учет относительной хронологии, признание диалектного членения реконструируемого праязыка и др.). Но если для Фортунатова и его учеников характерно углубленное исследование в основном фонетических факторов языкового развития («звуковых законов»), представители «линии Бодуэна» (даже признававшие, в отличие от своего учителя, наличие последних и их безысключительный характер) уделяли основное внимание факторам морфологического порядка (ср. учение об аналогии, дифференциации, опрощении и переразложении в трудах В. А. Богородицкого). Наряду с этим, в русском языкознании зарождается и традиция историко-синтаксических исследований (школа А. А. Потебни, Ф. Е. Корш), причем последние носили по существу историко-типологический характер, а основной целью их было выявление взаимосвязи между развитием тех или иных конструкций и эволюцией форм мышления.

Специфика отдельных течений русской науки о языке ярко сказалась в отношении их к вопросу о реконструкции праязыка и степени научной достоверности получаемых в ее результате праформ. Если ученики Фортунатова, опираясь на звуковые законы, считали возможным трактовать последние в реалистическом плане, то последователи Бодуэна были настроены гораздо более скептически, а специфика научных интересов Потебни вообще исключала сколь-нибудь широкое применение данного метода.

В вопросе об источниках исторического исследования большинство русских языковедов, признавая большую роль письменных памятников, отдавало предпочтение (как это наблюдалось и в европейской науке) данным диалектов, хотя одновременно возникли и предпосылки выделения в качестве отдельной отрасли истории литературного языка.

Определенная переориентация в разработке проблем истории языка наступила в 20-е гг. Все более выдвигались на передний план историко-типологические исследования, оттесняя традиционную компаративистику на второй план. Само понятие праязыка начало подвергаться серьезной критике, а последователи «нового учения о языке» вообще объявили его научной фикцией. Однако, вместе с тем, наметилась и иная точка зрения: не отрицая принципиальной возможности возникновения родственных языков, считать подобный путь лишь одним из многих других [2] (ср. теорию языковых союзов Н. С. Трубецкого). В то же время в ряде работ отстаивается и традиционная концепция языкового родства [3].

Разграничение синхронии и диахронии и выдвижение на первый план понятия языковой системы побудило некоторых лингвистов ввести в историческое изучение понятие синхронного среза, элементы которого находятся между собой во взаимосвязи и взаимообусловленности [4]. Вместе с тем, конкретная реализация данного подхода вызывала порой критические замечания как недостаточно учитывающая языковую реальность [5].

Разработка вопросов литературного языка и его истории привела в советский период к окончательному оформлению истории русского литературного языка в качестве отдельной дисциплины. Важную роль здесь сыграли труды В. В. Виноградова, а также С. П. Обнорского, выдвинувшего концепцию народно-разговорной основы древнерусского литературного языка, которая вызвала ряд критических откликов.

Важное место в работе советских языковедов 20—40-х гг. занимало изучение причин языковых изменений. Здесь основное внимание уделялось социальным факторам развития языка и увязке последнего с историей общества. Однако в разрешении связанных с этим вопросов имели место определенные упрощения и вульгаризация, преодолению которых во многом способствовала лингвистическая дискуссия 1950 г.

Академия наук Грузинской ССР
Институт языкознания

(Поступило 30.6.1983)

ენათმეცნიერება

გ. ხუხუნი

ენის ისტორიის ძირითადი პრობლემები XIX საუკუნის მიწურულსა და XX საუკუნის პირველი ნახევრის რუსულ ენათმეცნიერებაში

რეზიუმე

წინამდებარე ნაშრომი წარმოაჩენს რუსულ და საბჭოთა ისტორიული ენათმეცნიერების განვითარების ძირითად მიმართულებებს XIX საუკუნის ბოლოდან 1950 წლამდე. განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა ისეთი საკითხების განხილვას, როგორიცაა: ენის ისტორიული შესწავლის წყაროები, ენობრივი რეკონსტრუქციის პრინციპები და მეთოდები, სოციალური ფაქტორების როლი ენობრივ განვითარებაში და ა. შ.

LINGUISTICS

G. T. KHUKHUNI

MAIN PROBLEMS OF THE STUDY OF THE HISTORY OF LANGUAGE IN RUSSIAN LINGUISTICS (END OF THE 19th-FIRST HALF OF THE 20th CENT.)

Summary

The article deals with the main trends of development of Russian and Soviet historical linguistics from the end of the 19th century till 1950. Special attention is paid to such problems as sources of historical study of language, principles and methods of linguistic reconstruction, the role of social factors in language development, etc. The question of the formation of a branch—the history of the literary language—is also considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. М. Березин. Русское языкознание конца XIX — начала XX века. М., 1976.
2. Л. П. Якубинский. Вестник ЛГУ, № 1, 1947.
3. Г. О. Винокур. Русский язык. Исторический очерк. М., 1945.
4. N. Trubetzkoy. Altkirchenslavische Grammatik. Schrift-Laut- und Formensystem. Wien, 1954.
5. А. М. Селищев. Slavia, т. VII, № 1, 1928.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 241.55(09)

ფილოლოგია

ლ. კვირიკაშვილი

„ქებაჲ ქებათაჲს" ქართული თარგმანის ერთი მშვენიერი უზუსტობა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ბარამიძემ 1.8.1983)

სამი სახის ცოდვაა აღიარებული ქრისტიანულ ღმრთისმეტყველებაში: 1) გულისთქმით ცოდვა ანუ გონითი, აზრობრივი ცოდვა, რომელიც საქმით არ ხორციელდება; 2) ფიქრით, ზრახვით შეცოდება, რომელიც სიტყვიერ გამოხატულებას პოვებს; 3) საქმით შეცოდება [1]. აქედან გამომდინარე, სიწმინდე (ეს უაღრესად რთული ცნება დოგმატიზმის თვალსაზრისით, იმდენად რთული, რომ ერთხმიან საეკლესიო გალობასაც კი უდრის), ანუ მშვენიერება, გულისხმობს ფიქრით, სიტყვით და საქმით უცოდველობას. ეგზომ მძიმე გახლდათ წმინდანთა ცხოვრებისა და მოქალაქეობის წესი, ეგზომ „იწრო" და ნატიფი იყო მათი ბუნება. წინამდებარე სტატია ეხება სიწმინდის ფენომენის, უცოდველობის ინტერპრეტაციას „ქებაჲ ქებათაჲს" ძველ ქართულ თარგმანში. ამთავითვე უნდა შევნიშნოთ, რომ, თუ ბიბლიის ქართველი მთარგმნელები ახალ სჯულზე ქართლის მოქცევის პირველი საუკუნეებიდან მოყოლებული, უზუსტობას რასმე უშვებენ, ისევ კეთილმოსავობის სასარგებლოდ.

„ქებაჲ ქებათაჲ" წიგნი მეფისა სოლომონისა მრავალპლანიანი პოეტური ძეგლია. რარიგ უცნაურადაც არ უნდა გვეჩვენოს ბიბლიური წიგნისათვის, პირველი სიბრტყე მაინც ქალ-ვაჟის ტრფობაა და 1188 წ. მხედრულად გადაწერილი თარგმანების (A—65) ანონიმი ავტორის კვალდაკვალ („განცხადებულად გამოისახვის მას შინა ჯორციელი ქებაჲ") [2] კორნელი კეკელიძე ამ თხზულებას პირდაპირ უწოდებს „ნამდვილ ჰიმნს ქალისა და ვაჟის სიყვარულისას" [3]. პირველი სიბრტყის თანადროულად მკითხველის ცნობიერებაში ალეგორიული პლანი შემოდის და სწორედ ასე გაიაზრებოდა „ქებაჲ ქებათაჲ" ძველისძველ „თარგმანებათა" ავტორების — ნეტარი იპოლიტეს, გრიგოლ ნოსელის და სხვათა მიერ. ძეგლის მეტაფიზიკურ სიბრძნისმეტყველებად გაცნობიერების მაგალითად კორნელი კეკელიძე თვლის იოვანე პეტრიწის განმარტებას: „<<ქებაჲ ქებათაჲ>> გუარსა აჩუენებს სულთა სისრულისასა, სახისა მიერ სიძისა და სძლისასა ღმრთისა და სიტყჳსა მიმართ სულისასა წარმომაჩინებელი საკუთრებასა" (II, 226) [3]. „ქებაში" ღმრთისმშობლის წინამოსწავებაა „ნათლისფერი ყუავილი ველისაჲ და ოქრომნათობი შროშანი ღელოვანთაჲ", „მტილი დაჯშული", „წყარო დაბეჭდული", აყვავებული ვენახი, აღორძინებული ვარდი და სხვ; წინამოსწავებაა ქრისტეს და საღმრთო ეკლესიის სიყვარულისა. ძილიც მაცხოვრის დედის მიძინების წინასახეა: „მე მძინავს და გული ჩემი მღჳძარე არს" (V, 2). აქ ბასილი კესარიელი დაურთავს: „და ზრახავს შჯულსა უფლისასა დღე და ღამე" [4]. წინამოსწავება იმდენად გამჭვირვალეა, რომ ზ. სარჯველაძემ მიაგნო ვენის ნაციონალური ბიბლიოთეკის № 4 ქართულ ხელნაწერში (1160 წ.) წარმოდგენილ „ქებაჲ ქებათაჲს" ტექსტს, რომელიც გრიგოლ ფერაძის აღწერილობაში შეტანილი იყო „ღმრთისმშობლის შესხმად" [5]. საღმრთისმეტყველო პოეტური ფორმულების ამოკითხვას,

როგორც საზოგადოდ ბიბლიურ პოეზიაში, ართულებს ასტრალური საკულტო შრეები და მითოლოგემები: „ვინ არს ესე, რომელი აღმოიჭჳრვების ვითარცა ცისკარი, კეთილ ვითარცა მთოვარე ,რჩეულ ვითარცა მზე“... (VI, 9) მანდრაგორთა სურნელებას ფარაონთა აკლდამებში მოვანებული მეტყველი მდუმარება თანსდევს. „ქებაჲ ქებათაჲ“ წმინდათაწმინდისადმი იმგვარი სიყვარულით აღმოთქმული ქებაა, იმგვარი „სულთა სისრულეა“ ნაჩვენები, რომ სავსებით ბუნებრივად მიჰყავს მკითხველი ძლიერებისა და სიმტკიცის ნიშნით სიყვარულის სიკვდილთან ტოლობამდე. სწორედ „ქებაჲ ქებათაჲდან“ გახლავთ მხატვრული და თეოლოგიური ხედვის თვალსაზრისით ეპოქალური მნიშვნელობის თქმა: „ძლიერ არს ვითარცა სიკუდილი სიყვარული“ (VIII, 6) როგორც ცნობილია, 978 წელს გადაწერილ ოშკურ ბიბლიაში „ქებაჲ ქებათაჲს“ დიალოგის ფორმა აქვს. აქ არის იერუსალიმელ ასულთა ქორო, არის ბრძენი მეტრფე სოლომონ, არის სატრფო და „ქება“ თავისი დრამატიზმით ქმნის ახალი აღთქმის ეკლესიის ჰიმნოგრაფიულ თხზულებათა თავწყაროს.

ახლა უშუალოდ შევეხებით „ქებაჲ ქებათაჲს“ ქართული თარგმანის ერთ უზუსტობას. კანონიკური ტექსტის (ვულგატას) თანახმად, მეტრფე ანდობს სატრფოს, რომ მისი (სატრფოს) ზ რ ა ხ ვ ა არის მშვენიერი: „და ზრახვა შენი შჳჱნიერ“ (IV, 3). ერთი შეხედვით, საკვირველი თითქოს არაფერი უნდა იყოს, რადგან არამშვენიერი ზრახვა უკვე ცოდვაა. მაგრამ ჩვენი ყურადღება მიიპყრო იმ გარემოებამ, რომ შესაბამის ადგილას ებრაულში იკითხება ūmidbārēk-ის (აღმოთქმის, მეტყველების) მშვენიერება, ბერძნულში — **λαλιά**-სი (საუბრისა, სიტყვისგებისა): „*καὶ ἡ λαλιά σου ὡραία*“. ასევე სლავურში: „И бесѣда твоя̀ красна̀“. ებრაული თუ ბერძნული ტექსტის ადეკვატურად, გრიგოლ ნოსელის „თარგმანებაჲ ქებისა ქებათაჲსას“ გიორგი მთაწმიდლისეულ თარგმანში მოცემულ „ქების“ კიმენურ ტექსტში [6], ასევე ვენის ხელნაწერში დაცულ ზემოხსენებულ რედაქციაში ვკითხულობთ: „და სიტყუაჲ შენი შუენიერ“. ამავე მუხლში ხაზგასმულია: „გარეშე დუმილისა მაგის შენისა“. ბაქარის ტექსტში (VI, 5) მეორდება: „ზრახვანი შენი შჳჱნიერ“. ავსტრიულ რედაქციაში იკითხება „უბნობაჲ“, ხოლო ოშკურში და საბას ბიბლიაში — „სიტყუაჲ“.

ქართული ვულგატას გადახვევაში გამომსახველობითი სინატიფეა მაცხოვრის იმ განჩინების დონისა, რომ ადამიანს ეპატიებოდეს ყოველგვარი ცოდვა, სულიწმინდის ძრახვის გარდა .ასეთი გადახვევა ძალუძს მხოლოდ და მხოლოდ იმ ერის შვილს, რომლის საგმირო ეპოსის მიხედვითაც ყველაზე საშინელი განსაცდელია „მეძავი ქალის ფეხის ნადგამზე ფეხის დამდგმელი კაცის შეხვედრა“ [7]. ქართულ თარგმანში ჩანს ჭეშმარიტად მორწმუნე, მართლამსარებელი, ქრისტიანი ქართველი მოაზროვნე, რომელსაც არ უკვირს, რომ ოდენ გულისთქმით შეცოდება ნამდვილ ცოდვად ჩათვალოს და სიტყვისგებაში გამოვლენილი სიწმინდე ისე ეცოტავება, ანუ სიტყვისგებაში დაშვებული ცთომა ისე ებევრება, რომ, თუ ქრისტიანულ მსოფლმხედველობაში აღიარებული სამკეცი უცოდველობიდან ერთი უნდა ახსენოს, ისევ გულისთქმით უცოდველობას, ფიქრის სიწმინდეს იტყვის.

მეორე მხრივ, „სიტყვის“ ნაცვლად „ზრახვა“ ისეა შერჩეული, რომ არც მაინცდამაინც გადახვევაში ჩამოერთვას მთარგმნელს. ილია აბულაძის „ძველი ქართული ენის ლექსიკონში“ s. v. „ზრახული“ სწერია: დალაპარაკებული (დამოწმებულია „ბალავარიანი“). საბასთან „ზრახვა სიტყვის ლაპარაკია“. „ვეფხისტყაოსნის“ აკადემიური ტექსტის დამდგენი კომისიის სალექსიკონო მასალებში

„ზრახვას“ არსებითად ორი მნიშვნელობა აქვს: 1) ფიქრი, გადაწყვეტილება, რჩევა, გულის-ზრახვა; 2) სიტყვა, საუბარი. „საუბრის“ მნიშვნელობა დიალექტებში შემოგვენახა. ერთი სიტყვით, „ზრახვა“ მეტად ფრთხილად არის შეტანილი „ქების“ ტექსტში. სახისმეტყველებით ეგზომ დატვირთულ წიგნში მოსალოდნელი იყო მთარგმნელს ებრაულის და ბერძნულის შესატყვისად ეთქვა სწორედ „სიტყუა“, და არა „ზრახვა“ და, რაკი „ზრახვა“ დაწერა, გარკვეულად სხვა შინაარსი შესძინა კონტექსტს.

საკითხთან დაკავშირებით საინტერესოა, რომ, თუ კლასიკურ ენებში დაუწერელი და დაწერილი კანონების შებღალვა სხვადასხვა სიტყვებით გადმოიცემა, ძველ ქართულში „ცოდვა“ და „ბრალი“ სინონიმებს წარმოადგენს. ისინი ურთიერთმონაცვლეობენ. „ბრალი“ ნიშნავს ცოდვას და „ცოდვა“ ნიშნავს ბრალს [8]. „შეცოდებაც“ და „შებრალებაც“ ახალ ქართულში დანანებას უდრის. ბერძნული **ἁμάρτημα** არის „ცოდვა“ და გარკვეულ სიბრტყეზე უპირისპირდება **αἰτίαμα**-ს (обвинение), ახალი აღთქმის ენაში — **αἰτίωμα**-ს. ბერძნული **ἁμάρτημα**-ს და **αἰτίαμα**-ს შესატყვისად ლათინურში განირჩევა nefas (ცოდვა დაუწერელი კანონის მიმართ) და iniuria (უსამართლობა). როგორ წყდება ეს მიმართება ქრისტიანულ დოგმატიკაში? იოვანე მოციქულის და მახარებლის სიტყვით, „всякъ творяй грѣхъ и беззаконіе творитъ: и грѣхъ есть беззаконіе“ [1].

ცოდვა აყვანილია ბრალის ხარისხში.

ამრიგად, „ქებაჲ ქებათაჲ“ ძველი ქართული თარგმანის ერთი უზუსტობა ყურადღების ღირსია არა მხოლოდ ტექსტოლოგიური კვლევისათვის, არამედ თეოლოგიურ-ისტორიულ, ეთიკურსა და ესთეტიკურ პლანშიც. რამდენადაც ადამიანი „ხატად ღმრთისა“ არის შექმნილი, „ქებაჲ ქებათაჲ“ განსაზღვრული ასპექტით ღმრთეებრივი ტრფიალია მიწიერისადმი და ბიბლიური მესიანიზმი, როგორც ჩვენთვის საინტერესო კონტექსტიდან ირკვევა, გულისხმობს მომავლის ადამიანსაც, რომელსაც ფიქრი ექნება წმინდა და მშვენიერი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
აკად. გ. წერეთლის სახ. აღმოსავლეთმცოდნეობის
ინსტიტუტი

(შემოვიდა 1.9.1983)

ФИЛОЛОГИЯ

Л. С. КВИРИКАШВИЛИ

ОДНА ЧУДНАЯ НЕТОЧНОСТЬ ГРУЗИНСКОГО ПЕРЕВОДА «ПЕСНИ ПЕСНЕЙ»

Резюме

Статья касается интерпретации феномена чистоты, или безгрешности в древнегрузинском переводе «Песни песней», в котором книжник допускает неточность ради совершенного вознесения святыни. В доказательство совершенного человечества там, где в еврейском и греческом оригиналах библейской «Песни песней» наличествует «И беседа твоя прекрасна», грузинский книжник пишет: «И размышление твое прекрасно». В этой неточности выявляется утонченное мастерство грузинского мыслителя, для которого выявленная в беседе чистота столь мала, что при необходимости подобрать и упомянуть чистоту или в мыслях, или в словах, или в делах, предпочитает воспеть мысленную красоту.

L. S. KVIRIKASHVILI

ON A CURIOUS PECULIARITY OF ONE OF OLD GEORGIAN TRANSLATIONS OF "THE SONG OF SONGS"

Summary

The paper deals with the interpretation of the concept of sanctity or innocence, as can be inferred from one of the old Georgian translations of "The Song of Songs", in which the unknown translator chose a somewhat inexact synonym of the word "speech", (Songs, 4:3) (rendered in the Greek and Hebrew versions as "conversation") using the Georgian word *zrakhvai* whose primary meaning is "reflection", "deliberation" while the sense of "speech" comes as a secondary meaning.

The author is inclined to interpret the translator's motives to deviate from an exact translation of the word "speech" by his desire to stress the innocence of Solomon's beloved's thought and thus emphasize the beauty of the very process of thinking.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Полный православный богословский энциклопедический словарь. СПб., 1912.
2. ა. შანიძე. პალეოგრაფიული რვეული. თბილისი, 1924.
3. კ. კეკელიძე. ქართული ლიტერატურის ისტორია, I. თბილისი, 1960, 428, 301.
4. უძველესი რედაქციები ბასილი კესარიელის „ექუსთა დღეთაჲსა“ და გრიგოლ ნოსელის თარგმანებისა „კაცისა აგებულებისათჳს“. თბილისი, 1964, 106.
5. ზ. სარჯველაძე. მრავალთავი, X, თბილისი ,1983, 75—87.
6. გ. კიკნაძე. ძველი ქართული მწერლობის ოთხი ძეგლი. თბილისი, 1965, 66.
7. გივერგილ (სვანური ეპოსი). თბილისი, 1969.
8. ი. აბულაძე. ძველი ქართული ენის ლექსიკონი. თბილისი, 1973, s. v. ცოდვა, ბრალი, ამისგან ნაწარმოები ბრალება და სხვ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 113, № 2, 1984
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 113, № 2, 1984
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 113, № 2, 1984

УДК 902.6+737 (47.922)

АРХЕОЛОГИЯ

С. М. ШАМБА

О РЕДКОЙ МОНЕТЕ ГЕОРГИЯ II, НАЙДЕННОЙ В АБХАЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. М. Апакидзе 31.1.1983)

В Абхазском государственном музее хранится неизвестная еще в научной литературе серебряная монета, относящаяся к числу очень интересных нумизматических памятников X—XI вв. Эти монеты, иногда условно называемые грузино-византийскими, чеканились около ста лет и, тем не менее, известны в относительно небольшом количестве. Некоторые же из них очень редки. Монета, о которой идет речь, была найдена случайно в поселке Бешкардаш (Сухумского р-на Абхазской АССР). Этот экземпляр довольно плохой сохранности, что характерно почти для всех монет этого типа, чеканенных на тонких серебряных пластинках. Края монеты обломаны, надписи полустерты, вес едва достигает одного грамма. Вот описание этой монеты:

Рис. 1

Лицевая сторона — изображение Влахернской богоматери прямо, с воздетыми руками; над головой нимб; по сторонам нимба по розетке (выполнены в виде точечного кружка с точкой в центре); под розеткой слева знак, представляющий собой, видимо, букву греческой легенды; над головой крестик (выполнен из пяти точек); на обеих сторонах груди по четыре точки; все в линейном ободке. Оборотная сторона — круговая легенда совершенно стерта, видна лишь буква Ⴃ (-д); в центре монетного поля в три строки грузинская надпись — асомтаврули Ⴃ[Ⴀ]/ႱႤႡႱ/ႲႭႱႨ (т. е. ႣႠ ႱႤႡ(Ⴀ)ႱႲႭႱႨ—«и севастос»).

Наиболее ранняя монета этой группы, сообщающая имя Давида Куропалата, была отнесена в свое время к эмиссии тао-кларджетского правителя ([1], с. 53; [2], с. 57).

К этой же группе относятся и монеты, чеканенные при Баграте IV (1027—1072), Георгии II (1072—1089) и Давиде Строителе (1089—1125).

Все эти цари, за исключением Давида Куропалата, в свое время были удостоены византийских титулов севастос.

Вышеописанный тип монеты впервые был введен в обращение в годы царствования Баграта IV. Монеты этого царя известны в пяти экземплярах. На двух из них стоит титул новелисимоса и на трех — титул севастоса ([2], с. 57). Последний титул Баграт IV получил приблизительно в 1060 г. и носил его до конца своего царствования ([3], с. 104, 105). Ниже дается описание этого типа монет Баграта IV:

Лицевая сторона — как вышеописанный экземпляр, но без точечных розеток и креста над головой; над изображением полукругом греческая легенда + ήαγια ϑεοτόχος (т. е. «святая богородица»); от головы богини до нимба проведена косая черта; все окружено двойным линейным ободком. Оборотная сторона — в ободке из слитых точек круговая легенда шрифтом асомтаврули («Христе, возвеличь Баграта, царя абхазов»); в центре в три строки ႣႠႱ/ႤႠႱ/ႲႭႱႨ («и севастоса») ([1], с. 60, № 19, табл. III, № 43). В слове «севастос» пропущена согласная Ⴅ-(з-в) и сохранены гласные. Обычно же сокращениям подвергались гласные буквы ([1], с 60).

Письменные источники свидетельствуют, что Баграт IV и Георгий II получили византийские титулы одновременно, первый — новелисимоса, второй — куропалата ([3], с. 105). С этим титулом Георгий II и вступил на престол в 1072 г. С 1072 по 1081 г. Георгий II сменил два титула — новелисимоса и севастоса ([3], с. 105). И уже с 1081 г. мы встречаем его с высшим византийским титулом кесаря.

В 1906—1972 гг. в с. Цихесулори (Ванский р-н) было обнаружено 17 монет царя Георгия II ([3], с. 98). На пяти из семнадцати монет этого клада стоит титул севастоса. Аналогичные монеты из коллекции П. В. Зубова были описаны Е. А. Пахомовым ([1], с. 62, № 21, 22, табл. III, № 45—47). Лицевые стороны всех известных в нумизматической литературе монет Георгия Севастоса до мельчайших деталей соответствуют изображениям лицевой стороны нашей монеты. Точечные розетки в поле монеты, точечный крест над головой и точки на груди характерны, по всей видимости, только для монет Георгия Севастоса. Такими же характерными признаками отличаются и надписи, передающие титул этого царя. Так, в последней строчке центральной надписи вместо Ⴍ стоит Ⴓ, повернутая влево; во второй строке отсутствует буква Ⴀ.

Монеты Давида Строителя с титулом севастоса впервые были опубликованы Д. Г. Капанадзе [4]. В настоящее время известно два типа монет этого царя. Лицевые стороны обоих типов аналогичны вышеописанным. На оборотной стороне первого типа монет изображен крест, вокруг которого идет обычная легенда («Христе, возвеличь Давида царя и...», конец не сохранился ни на одном из известных экземпляров [4], с. 339).

Лицевая сторона второго типа монет, причисленных Д. Г. Капанадзе к монетам Давида Строителя, повторяет утвердившийся тип. Реконструированная Д. Г. Капанадзе легенда оборотной стороны выглядит следующим образом: вокруг легенды «Христе, возвеличь Давида, абхазцев царя»; в центре ႣႠ/ႱႤႥႱ/ႲႱႨ («и севастоса») ([4], с. 343). Таким образом, тип описанной нами монеты, хранящейся в фондах АБМ, впервые ввел в обращение, судя по имеющимся в нашем распоряжении нумизматическим материалам, Баграт IV приблизительно между 1050 и 1060 гг. (когда ему был присвоен титул новелисимоса). Тип этой монеты просуществовал около 30—40 лет ([4], с. 343), в течение правления его преемников Георгия II и Давида Строителя. Все вышеуказанные цари носили титул севастоса. Однако детали лицевой стороны и некоторые особенности передачи византийского титула царя на оборотной стороне монеты приближают ее к известным нам экземплярам монет Георгия Севастоса. На этом основании нам кажется уместным датировать ее 1072—1081 гг.

Следует отметить, что известно 29 экземпляров монет Георгия Севастоса ([3], с. 105). Лишь пять из них снабжены точными паспортными данными (найденные в с. Цихесулори).

Таким образом, это уже вторая монета Георгия II, найденная в Абхазии. Первая известная в нумизматической литературе монета [5] была найдена в 1957 г. во время археологических раскопок в пос. Новый Афон. Это наиболее распространенный вариант монет царя Георгия II, относящийся ко времени пожалования ему титула кесаря.

Еще три монеты Давида Строителя, найденные «где-то в Сухуми или поблизости», хранятся в Государственном музее Грузии ([5], с. 104).

Абхазский институт языка,
литературы и истории
им. Д. И. Гулиа

(Поступило 17.3.1983)

არქეოლოგია

ს. შამბა

აფხაზეთის ტერიტორიაზე აღმოჩენილი გიორგი II იშვიათი მონეტის შესახებ

რეზიუმე

წერილში პირველად ქვეყნდება სოხუმის მიდამოებში შემთხვევით აღმოჩენილი საქართველოს მეფის გიორგი II (1072—1089 წწ.) ვერცხლის მონეტა სევასტოსის ტიტულით, რომელიც 1072—1081 წწ. უნდა დათარიღდეს.

ARCHAEOLOGY

S. M. SHAMBA

CONCERNING A RARE COIN OF GIORGI II DISCOVERED ON THE TERRITORY OF ABKHAZIA

Summary

The paper deals with a silver coin of the time of the Georgian King Giorgi II (1072-1089). It was found by chance in the environs of Sukhumi. The coin, bearing the title *sebastos* in Georgian *asomtavruli* litters, is dated by the author to 1072-1081.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. А. Пахомов. Монеты Грузии. Тбилиси, 1970.
2. Д. Г. Капанадзе. Грузинская нумизматика. Тбилиси, 1955.
3. Р. В. Кебуладзе. Нумизматический сборник. Тбилиси, 1977.
4. Д. Г. Капанадзе. Византийский временник, т. VIII.
5. Д. Г. Капанадзе. Труды Абхазского ин-та ЯЛИ, вып. XXX. Сухуми, 1960.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи—без ограничения, а с соавторами—не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме — к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами — пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

5. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

7. Статья оформляется следующим образом: вверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем — название статьи; справа вверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подрисуночные подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут 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, а если цитирована книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (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, 37-86-42.

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 ნახაზების 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, 37-93-42.

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.