ISSN—0132—1447

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

მოამბე

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 135 ТОМ

№ 2

აგვისტო 1989 АВГУСТ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
მოამბე

СООБЩЕНИЯ
АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN
OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 135 ТОМ

№ 2

ნაწილი I часть

აგვისტო 1989 АВГУСТ

თბილისი * ТБИЛИСИ * TBILISI

ჟურნალი დაარსებულია 1940 წელს
Журнал основан в 1940 году

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ყოველთვიური სამეცნიერო ჟურნალი „მოამბე“
ქართულ, რუსულ და ინგლისურ ენებზე

Ежемесячный научный журнал АН Грузинской ССР „Сообщения“
на грузинском, русском и английском языках

რედაქციის მისამართი: 380060, თბილისი, კუტუზოვის ქ. 19, ტელ. 37-22-16.
საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სტამბა 380060, კუტუზოვის ქ. 19, ტელ. 37-22-97.

Адрес редакции: 380060, Тбилиси, ул. Кутузова 19, тел. 37-22-16.
Типография АН ГССР. 380060, Тбилиси, ул. Кутузова 19, тел. 37-22-97.

გადაეცა წარმოებას 14.07.1989. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.09.1989. ფორმატი $70\times108\ ^1/_{16}$. მაღალი ბეჭდვა. პირობითი ნაბ. თ. 19.6 პირ. საღ.-გატარება 20.4. სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი 18.5. ტირაჟი 1200. უე 12972. შეკვ. № 2005, ფასი 1 მ. 90 კაპ.

Сдано в набор 14.07.1989. Подписано к печати 21.09.1989. Формат $70\times108\ ^1/_{16}$. Печать высокая. Усл. печ. л. 14.8, уч.-изд. л. 19.6, усл. кр.-отт. 20.4. Тираж 1200. УЭ 12972. Зак. № 2005. Цена 1 р. 90 к.

შინაარსი

მათემატიკა

მექანიკა

კიბერნეტიკა

---

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

ფიზიკა

გეოფიზიკა

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

ორგანული ქიმია

ფიზიკური ქიმია

ელექტროქიმია

ჰიდროლოგია

გეოლოგია

პეტროლოგია

მეტალურგია

მანქანათმცოდნეობა

ბოტანიკა

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ბიოფიზიკა

ბიოქიმია

ზოოლოგია

ექსპერიმენტული მედიცინა

ენათმეცნიერება

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

МЕХАНИКА

КИБЕРНЕТИКА

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

ФИЗИКА

ГЕОФИЗИКА

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

ГИДРОЛОГИЯ

ГЕОЛОГИЯ

ПЕТРОЛОГИЯ

МЕТАЛЛУРГИЯ

МАШИНОВЕДЕНИЕ

БОТАНИКА

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

БИОФИЗИКА

БИОХИМИЯ

ЗООЛОГИЯ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

CONTENTS

MATHEMATICS

MECHANICS

CYBERNETICS

PHYSICS

GEOPHYSICS

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

ORGANIC CHEMISTRY

PHYSICAL CHEMISTRY

ELECTROCHEMISTRY

HYDROLOGY

GEOLOGY

PETROLOGY

METALLURGY

MACHINE BUILDING SCIENCE

BOTANY

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

BIOPHYSICS

BIOCHEMISTRY

ZOOLOGY

EXPERIMENTAL MEDICINE

LINGUISTICS

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 517.838

МАТЕМАТИКА

Г. Н. ХИМШИАШВИЛИ

О ТОПОЛОГИИ ОБЩЕЙ ГРАНИЧНОЙ ЗАДАЧИ РИМАНА—ГИЛЬБЕРТА

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 25.8.1988)

Предлагаемый ниже подход к постановке и исследованию заглавной задачи связан с теорией бесконечномерных групп Ли [1]. Наиболее важны для нас группы единиц специальных операторных алгебр [2] и группы петель [3]. Последние остаются предметом активного изучения, частично подытоженного в [3], в результате чего установлены, в частности, интересные связи групп петель с нелинейными уравнениями математической физики, теорией инстантонов и аффинными алгебрами Ли. Фундаментальным объектом для этих теорий являются голоморфные векторные расслоения над римановыми поверхностями [4], которые, как хорошо известно, одновременно доставляют естественный язык для описания классической граничной задачи Римана—Гильберта (ЗРГ) [5, 6]. Именно возникающие на этом пути сквозные связи подсказали излагаемое далее обобщение названной задачи за счет рассмотрения действия произвольных компактных групп Ли и позволили использовать для наших целей некоторые результаты упомянутых теорий. Ограничив мотивировки сказанным, перейдем к описанию основной ситуации.

Пусть G—связная компактная группа Ли с комплексификацией $G_{\mathbb{C}}$ (в смысле [3]), а A и $A_{\mathbb{C}}=A\otimes\mathbb{C}$—соответствующие алгебры Ли. Через $\mathbf{T}$ обозначим единичную окружность в расширенной комплексной плоскости (сфере Римана) $\overline{\mathbb{C}}=\mathbb{C}P^1=\mathbf{P}$. Тогда $\mathbf{P}=B_+\cup\mathbf{T}\cup B_-$, где B_+—внутренняя, а B_-—внешняя области для $\mathbf{T}$ в $\overline{\mathbb{C}}$. Как принято, через ∞ будем обозначать «северный полюс» сферы Римана, а через $A(U, \mathbb{C}^n)$—множество всех непрерывных отображений области $U\subset\mathbb{C}$ в $\mathbb{C}^n$, которые голоморфны внутри U.

Напомним, что петлей в G (данного класса гладкости m, который у нас всегда будет не меньше единицы) называют любое отображение $F:\mathbf{T}\to G$ класса C^m. Петли образуют группу относительно поточечного умножения значений, причем в $LG_{\mathbb{C}}$ выделяются подгруппы $L_\pm G_{\mathbb{C}}$, состоящие из петель, допускающих голоморфное продолжение в область B_+ или B_-, соответственно. Факторизацией (по Биркгофу) петли F называют [3] ее представление в виде $F=F_+\cdot D\cdot F_-$, где $F_\pm\in L_\pm G_{\mathbb{C}}$, а D — гомоморфизм окружности $\mathbf{T}$ в некоторый максимальный тор группы G.

Если еще задано некоторое линейное представление γ группы G в векторном пространстве V, которое мы будем всегда считать комплексным (в силу [7], гл. 3, это не ограничивает общности), то уже можно в полной аналогии с классическим случаем [8] поставить основную задачу, называемую далее обобщенной задачей Римана—Гильберта (ОЗРГ) для представления γ группы G (со значениями в V), параметром которой служит петля в G.

А именно, зафиксировав петлю $F \in LG$, сформулируем ОЗРГ с коэффициентом F (обозначаемую $\mathbf{R}_F$) как вопрос о существовании и количестве пар отображений (вектор-функций) $X_\pm \in A(B_\pm, V)$ с $X_-(\infty)=0$, удовлетворяющих на $\mathbf{T}$ граничному условию:

$$X_+(z)=\gamma(F(z)).\ (X_-(z)),\ \forall z \in \mathbf{T}. \tag{1}$$

Если, кроме того, задана петля h в V, то формулировка $\mathbf{R}_{F,h}$—неоднородной ОЗРГ со свободным членом (правой частью) h—получается из $\mathbf{R}_F$ заменой граничного условия (1) на условие

$$X_+(z)-\gamma(F(z)).\ (X_-(z))=h(z),\ \forall z \in \mathbf{T}. \tag{2}$$

Замечание 1. Взяв в качестве G унитарную группу $U(n)$, а в качестве γ — ее стандартное представление на $\mathbb{C}^n$, получаем в точности классическую ЗРГ и оправдание принятого названия.

Таким образом, для каждой группы возникает целая серия задач, из которых, однако, интересны лишь отвечающие неприводимым представлениям, в особенности для простых групп. Для наших целей удобно использовать описание представлений в терминах характеров и старших весов [7].

3. Оказывается, что, как и в классическом случае, ОЗРГ можно связать с задачей факторизации петель в группе коэффициентов (в частности, с нестандартной факторизацией ортогональных и симплектических матриц-функций). Для этого, фиксировав некоторый максимальный тор T^r в G (r—ранг группы G), каждой гладкой ($m \geqslant 1$) петле F, согласно [3], можно однозначно сопоставить набор целых чисел $\bar{k}(F)=(k_1(F),\ldots, k_r(F))$, называемых частными индексами и обладающих тем свойством, что в факторизации вида $F=F_+.\,D.\,F_-$ гомоморфизм $D=D_{\bar{k}}:\mathbf{T}\to T^r$ переводит точку $z=\exp(2\pi it) \in \mathbf{T}$ в точку $\exp_T(k_1t,\ldots, k_rt)$, где $\exp_T$ обозначает экспоненциальное отображение выбранного тора. Мы располагаем их по убыванию и сокращенно называем чинами петли.

Замечание 2. Для $G=U(n)$ и максимального тора из диагональных матриц получаются обычные частные индексы ЗРГ [8]. Из сопряженности максимальных торов следует независимость чинов от выбора T^r. Вычисление чинов — интересная отдельная задача.

Нас особо интересует основной топологический инвариант ОЗРГ— ее (фредгольмовский) индекс, равный, как обычно, разности между размерностью ядра и дефектом неоднородной задачи [8]. Как и в случае ЗРГ [5], можно ввести некий фредгольмовский оператор с тем же индексом (в нашей постановке условие фредгольмовости выполняется автоматически). Оказывается, что индекс может быть явно вычислен по чинам коэффициента и старшему весу представления.

Напомним, что для любого веса w группы G определена элементарная симметрическая сумма $S(w)$, которую можно считать функцией на целочисленной решетке $\mathbb{Z}^r$ в алгебре Ли тора T^r [7].

Теорема 1. *Пусть G—связная компактная группа Ли. Индекс* ОЗРГ *с коэффициентом F для представления γ группы G равен значению элементарной симметрической суммы старшего веса $w(\gamma)$ на наборе чинов $\bar{k}(F)$ коэффициента задачи:*

$$\operatorname{ind} \mathbf{R}_F = (S(w(\gamma)))(k_1(F), \ldots, k_r(F)). \tag{3}$$

Для доказательства, ввиду аддитивности обеих частей формулы относительно взятия прямой суммы представлений, достаточно рассматривать только неприводимые представления [7]. Пользуясь известным описанием базисных неприводимых представлений классических групп и их характеров с помощью кососимметрических тензоров на пространстве стандартного представления [7] и обобщенной факторизационной теоремой из [3], удается свести дело к набору одномерных задач, отвечающих нужным симметрическим комбинациям чинов, после чего требуемое следует из известной формулы для индекса ЗРГ [8].

Такая схема позволяет вычислить и размерность ядра задачи.

Следствие 1. Рзмерность ядра ОЗРГ с коэффициентом F равна сумме положительных членов указанного симметрического формального выражения от чинов F, а дефект, соответственно, равен сумме оставшихся членов, взятой с обратным знаком.

Подчеркнем, что при этом петля $F \in LG$ могла быть одновременно «прописана» (т. е. рассмотрена как элемент группы петель) в различных группах (например, всегда существует такое N, что G вкладывается в $U(N) \subset O(2N)$, действующих в том же пространстве. Разумеется, «прописка» влияет и на чины, и на старший вес задачи, но, учитывая инвариантный смысл введенного индекса, приходим к следующему заключению.

Следствие 2. Значение указанной симметрической суммы на наборе чиков не зависит от «прописки» петли.

4. Как показано в [3], из теоремы Биркгофа получается классификация голоморфных главных $G_{\mathbb{C}}$-расслоений над $\mathbf{P}$ (теорема Гротендика), причем полный набор инвариантов образуют чины петли, задающей склейку при выбранном нами разбиении $\mathbf{P}$. Поэтому наши результаты можно рассматривать как описание гомологий ассоциированных векторных расслоений. В дополнение к этой информации можно описать и запас деформаций главного $G_{\mathbb{C}}$-расслоения.

Теорема 2. *Размерность базы версальной деформации* [9] *голоморфного главного $G_{\mathbb{C}}$-расслоения над* $\mathbf{P}$ *со склейкой F равна*

$$\sum_{k_i > k_j} (k_i - k_j - 1), \text{ где } k_i \text{—чины петли } F.$$

Следствие 3. Голоморфное главное $G_{\mathbb{C}}$-расслоение голоморфно устойчиво, если и только если все попарные разности чинов не превосходят единицы.

Доказательство опирается на замечательную стратификацию группы отмеченных петель, построенную Квилленом, Пресли и Сегалом [3], стратами которой являются орбиты некой бесконечномерной подгруппы петель борелевского типа, состоящие из петель с фиксированным набором чинов. Поскольку и здесь, как всегда [9], версальная деформация задается трансверсалью к орбите, требуемое следует из вычисления коразмерностей стратов, проведенного в [3].

Замечание 3. Результаты книги [3] о стратификациях относятся к гладким петлям, однако, используя одномерную теорию для гельдеровских коэффициентов [8], их можно перенести на гельдеровские петли. При этом страты остаются стягиваемыми, откуда следует ответ на топологические вопросы, поставленные в [5] и [10].

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

(Поступило 15.9.1988)

მათემატიკა

გ. ხიმშიაშვილი

რიმან — ჰილბერტის ზოგადი სასაზღვრო ამოცანის შესახებ

რეზიუმე

მოყვანილია ზოგადი სასაზღვრო ამოცანის ფორმულირება კომპაქტური ლის ჯგუფისათვის, რომელიც განაზოგადებს რიმან — ჰილბერტის კლასიკურ ამოცანას. აღდგენილია მარყუჟების ჯგუფის სპეციალური სტრატიფიკაცია, რომლის ტერმინებში მოცემულია ამოხსნათა არსებობის კრიტერიუმი.

MATHEMATICS

G. N. KHIMSHIASHVILI

ON THE TOPOLOGY OF THE GENERAL RIEMANN-HILBERT PROBLEM

Summary

A general formulation of a boundary problem with values in some representation space of a compact Lie group is proposed which provides a generalization of the classical Riemann-Hilbert linear transition problem. Using the Grassmanian model of a loop group by D. Quillen, A. Pressley and G. Segal the numerical invariants of the problem are introduced and their analytical and topological properties are investigated. The solvability and Fredholmness conditions in terms of these invariants are given for any classical compact Lie group. Connections with the classical partial indices are established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. Milnor. Infinite-dimensional Lie groups. Princeton, 1984.
2. Г. Н. Химшиашвили. Сообщения АН ГССР, 108, № 2, 1982, 273—276.
3. A. Pressley, G. Segal. Loop groups. Oxford, Clarendon, 1986.
4. Ю. И. Манин. Калибровочные поля и комплексная геометрия. М., 1984.
5. H. Bojarski. In "Complex Analysis". Berlin, Ak. Verlag, 1984.
6. M. Atiyah. Comm. Math. Phys., v. 93, № 4, 1984, 437—451.
7. Дж. Адамс. Лекции по группам Ли. М., 1979.
8. Д. Ф. Гахов. Краевые задачи. М., 1977.
9. В. П. Паламодов. Итоги науки и техники. Совр. проблемы математики. Фунд. направления, т. 10, 1986, 123—221.
10. S. Disney. Topology, v. 12, № 3, 1973, 297—325.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 517.5

МАТЕМАТИКА

Т. С. КОПАЛИАНИ

О СХОДИМОСТИ КРАТНЫХ РЯДОВ ФУРЬЕ ПО СИСТЕМЕ ХААРА В ПРОСТРАНСТВАХ $H^{p,\omega}$, $H_{p,\Omega}$

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиашвили 25.11.1988)

Пусть $E_n (n \geqslant 2)$ — евклидово пространство размерности n, элементы которого будем обозначать через $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$, $y=(y_1, y_2, \dots, y_n)$ и т. д. Ниже соотношение $x \leqslant y$ будет означать, что $x_i \leqslant y_i$, $i=\overline{1, n}$. Далее предполагается, что $e_i=(0, 0, \dots, 1, \dots, 0)$, $i=\overline{1, n}$, $I^n=\{x;\ x \in E_n,\ 0 \leqslant x_i \leqslant 1,\ i=\overline{1, n}\}$ $I^n(h)=\{x \in I^n,\ x \leqslant h\}$.

Рассмотрим для функции $f \in L_p(I^n)$ (ниже всегда предполагается, что $1 \leqslant p < \infty$) модуль непрерывности в направлении x_i и смешанный модуль непрерывности (см., например, [1, с. 9]).

$$\omega_p^i(f, h_i)= \sup_{u_i \leqslant h_i} \|\Delta_{u_i} f(x)\|_{L_p} I^n(u_i e_i)) \quad h \in [0, 1] \quad i=\overline{1, n},$$

$$\omega_p(f, h)= \sup_{u \leqslant h} \|\Delta_u f(x)\|_{L_p} (I^n(h)) \quad h \in I^n,$$

где

$$\Delta_{u_i} f(x)=f(x+u_i e_i)-f(x), \quad \Delta_u f(x)=\Delta_{u_1}, \dots, \Delta_{u_n} f(x).$$

Пусть каждый ω_i $i=\overline{1, n}$ — модуль непрерывности (см., например, [2, с. 685]) и Ω кратный модуль непрерывности (см., например, [1, с. 10]). Рассмотрим банаховы пространства (см. [3, с. 293]).

$$H^{p,\omega}=\{f \in L_p,\ \omega_p^i(f, h_i)=0(\omega_i(h_i)) \quad i=\overline{1, n}\}$$

$$H_{p,\Omega}=\{f \in L_p,\ \omega_p(f, h)=0(\Omega(h))\}$$

соответственно относительно норм

$$\|f\|^{p,\omega}=\|f\|_p+\sum_{i=1}^{n} \sup_{0<h_i<1} \frac{\omega_p^i(f, h_i)}{\omega_i(h_i)},$$

$$\|f\|_{p,\Omega}=\|f\|_p+ \sup_{\substack{h \in I^n \\ h_i \neq 0,\ i=\overline{1, n}}} \frac{\omega_p(f, h)}{\Omega(h)}.$$

Классы функций

$$\underline{H^{p,\omega}}=\{f \in L_p,\ \omega_p^i(f, h_i)=0(\omega_i(h_i)),\quad i=\overline{1, n}\},$$

$$\underline{H_{p,\Omega}}=\{f \in L_p,\quad \omega_p(f, h)=0(\Omega(h)) \text{ равномерно } h_i \to 0.\ i=\overline{1, n}\}$$

являются замкнутыми подпространствами соответственно в $H^{p,\omega}$, $H_{p,\Omega}$.

Ниже приводятся результаты о кратной системе Хаара (см., например, [1, с. 66]) являющиеся в некотором смысле аналогами одномерных результатов В. Г. Кротова [2]. Следует добавить, что ниже сходимость предполагается в смысле Прингсхейма.

Теорема 1. *Система Хаара является базисной в пространстве $H^{p,\omega}$ тогда и только тогда, когда существует постоянная $c=c(p,n,\omega)>$ >0 такая, что*

$$\delta_i^{-1/p}\,\omega_i(\delta_i)\leqslant ch^{-1/p}\,\omega_i(h_i)\quad i=\overline{1,\ n}.$$

при всех

$$0<h_i\leqslant\delta_i\leqslant 1. \tag{1}$$

Теорема 2. *Система Хаара является базисом в пространстве $\overline{H^{p,\omega}}$ тогда и тольке тогда, когда выполнено* (1) *и*

$$\lim_{h_i\to 0} h_i^{-1/p}\,\omega_i(h_i)=\infty\quad i=\overline{1,\ n}. \tag{2}$$

Теорема 3. *Систэма Хаара является базисной в пространстве $H_{p,\Omega}$ если существует постоянная $c=c(p,\ n,\ \Omega)>0$ такая, что*

$$\left(\prod_{i=1}^{n}\delta_i\right)^{-1/p}\Omega(\delta_1,\ \delta_2,\ldots,\delta_n)\leqslant c\left(\prod_{i=1}^{n}h_i\right)^{-1/p}\Omega(h_1,\ h_2,\ \ldots,\ h_n)$$

при всех

$$0<h_i\leqslant\delta_i\leqslant 1,\quad i=\overline{1,\ n}. \tag{3}$$

Теорема 4. *Система Хаара является базисом в пространстве $H_{p,\Omega}$ если выполнено* (3) *и*

$$\lim_{h_i\to 0}\left(\prod_{j=1}^{n}h_j\right)^{-1/p}\Omega(h_1,\ldots,h_n)=\infty \text{ равномерно. } i=\overline{1,\ n}.$$

Замечание. Если $\Omega(h_1,\ldots,h_n)=\omega_1(h_1)\cdot\omega_2(h_2)\cdots\omega_n(h_n)$, тогда условие (1) является и необходимым в теореме 3, а условия (1) и (2) вместе в теореме 4.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 25.11.1988)

მათემატიკა

თ. კოპალიანი

ჯერადი ფურიე — ჰაარის მწკრივების კრებადობა $H^{p,\omega}$, $H_{p,\Omega}$ სივრცეებში

რეზიუმე

ვ. კროტოვმა დაადგინა [2] აუცილებელი და საკმარისი პირობები იმისათვის, რომ ერთგანზომილებიანი ჰაარის სისტემა იყოს ბაზისი $H^{p,\omega}$ სივრცეში.

სტატიაში სხვადასხვა უწყვეტობის მოდულებისათვის მიღებულია ვ. კროტოვის შედეგების განზოგადება ნებისმიერი განზომილებისათვის.

MATHEMATICS

T. S. KOPALIANI

ON CONVERGENCE OF THE MULTIPLE HAAR-FOURIER SERIES IN THE $H^{p,\omega}$, $H_{p,\Omega}$ SPACES

Summary

The theorems are proved which represent the pecessary and sufficient conditions for the basisitv of the multiple Haar-systems in the spaces $H^{p,\omega}$, $H_{p,\Omega}$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. В. Жижиашвили. Некоторые вопросы многомерного гармонического анализа. Тбилиси, 1983.
2. В. Г. Кротов. Математ. заметки, 23, № 5, 1978.
3. О. В. Бесов, В. П. Ильин, С. М. Никольский. Интегральные представления функций и теоремы вложения. М., 1975.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 515.14

МАТЕМАТИКА

Ш. А. БАХТАДЗЕ

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ОДНОГО ТОЧНОГО ВАРИАНТА ГОМОЛОГИИ ЧЕХА

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 10.11.1988)

Пусть $\mathrm{Part}^f(X)$ — множество всех конечных разбиений компактного хаусдорфова пространства X (см. [1]). Для каждого $a=\{e_1, e_2,\ldots, e_n\}\in \mathrm{Part}^f(X)$ обозначим через N_α нерв замкнутого покрытия $\{\bar{e}_1, \bar{e}_2,\ldots,\bar{e}_n\}$ пространства X.

Для каждой пары разбиений $\alpha<\beta$ рассмотрим призму Π^β_α, натянутую на комплексы N_β, N_α, как «верхнее» и «нижнее» основания, и построенную с помощью симплициального отображения π^β_α [1]. Симплициальное разбиение этой призмы строится, например, следующим образом: введем произвольный порядок вершин в N_α и выберем в N_β порядок вершин, который сохраняется при проекции π^β_α. Теперь, симплициальное разбиение призмы Π^β_α состоит из всевозможных (возможно, вырождающихся) симплексов вида

$$[B_{i_0}\ldots B_{i_l}\,\pi^\beta_\alpha(B_{i_{l+1}})\ldots\pi^\beta_\alpha(B_{i_p})], \tag{1}$$

и всех граней этих симплексов, где $[B_{i_0}B_{i_1}\ldots B_{i_p}]$ — произвольный симплекс из N_β, вершины которого следуют в соответствии с выбранным в N_β порядком вершин.

Заметим, что построение симплициального комплекса Π^β_α зависит не только от симплициальной проекции π^β_α, но и от выбора порядка вершин в комплексах N_α, N_β. Заметим еще, что различные призмы Π^β_α могут иметь лишь общие основания, тогда как других общих точек они не имеют. Поэтому можно строить призмы Π^β_α независимо друг от друга, выбирая для каждой пары $\alpha<\beta$ свой порядок вершин (причем, если, скажем, $\alpha<\beta$ и $\beta<\gamma$, то при построении призмы Π^β_α порядок вершин в N_β может быть отличным от порядка вершин, введенного в N_β при построении призмы Π^γ_β).

Обозначим через $K(X)$ комплекс, который представляет собой непересекающееся объединение всех комплексов N_α и призм Π^β_α, $\alpha<\beta$. При этом две призмы могут иметь лишь общее основание, а других общих точек попарно не имеют. Комплекс $K(X)$ не является звездноконечным (за исключением случая, тогда X состоит из конечного числа точек), однако к каждому симплексу, не лежащему в каком-либо N_α, примыкает, как к грани, лишь конечное число комплексов.

Аналогично, если (X, A) — пара компактных топологических пространств, то для каждого разбиения

$$\alpha=\{e_1, e_2,\ldots, e_n\}\in \mathrm{Part}^f(X)$$

определено соответствующее разбиение $\widetilde{\alpha}=\{e_1\cap A,\ e_2\cap A,\dots,\ e_n\cap A\}$ подпространства A. Соответствующий нерв $N_{\widetilde{\alpha}}$ (см. [1]) является подкомплексом нерва N_α. При $\alpha<\beta$ будем иметь $\widetilde{\alpha}<\widetilde{\beta}$, и призма $\Pi_{\widetilde{\alpha}}^{\widetilde{\beta}}$, натянутая на $N_{\widetilde{\beta}}$ и $N_{\widetilde{\alpha}}$ при помощи симплициальной проекции $\pi_{\widetilde{\alpha}}^{\widetilde{\beta}}$, будет подкомплексом призмы Π_α^β.

Из сказанного ясно, что комплекс $K(A)$ является подкомплексом комплекса $K(X)$.

Пару симплициальных комплексов $(K(X),\ K(A))$ будем называть фундаментальной парой комплексов для пары компактных хаусдорфовых пространств $(X,\ A)$, основанной на разбиениях.

Для непрерывного отображения

$$g:(X,\ A)\to(Y,\ B),$$

отображающего X на все пространство Y (и, соответственно, A на B) существует изоморфное вложение

$$g^{\neq}:(K(Y),\ K(B))\to(K(X),\ K(A)).$$

При $\alpha<\beta$, для любого симплекса $t^p\in N_\beta$ определена $(p+1)$-мерная целочисленная цепь $\Pi_\alpha^\beta t^p$ над этим симплексом. По аддитивности операции Π_α^β, для любой цепи $C_p^\beta=\sum\limits_i g_i\, t_{\beta_i}^p$ над группой G, где $t_{\beta_i}^p\in N_\beta$, определена призма $\Pi_\alpha^\beta C_p^\beta$ над этой цепью; она представляет собой $(p+1)$-мерную цепь, определяемую формулой

$$\Pi_\alpha^\beta C_p^\beta=\sum g_i\,\Pi_\alpha^\beta t_{\beta_i}^p. \tag{2}$$

Ее граница (сл. [2]) вычисляется по формуле

$$\partial\Pi_\alpha^\beta C_p^\beta=\pi_\alpha^\beta C_p^\beta-C_p^\beta-\Pi_\alpha^\beta\,\partial C_p^\beta. \tag{3}$$

Пусть теперь $\overline{C}_{p+1}$—некоторая бесконечная цепь $(p\geqslant 0)$ над группой коэффициентов G в комплексе $K(X)$. Условимся обозначить кусок этой цепи на призме Π_α^β $(\alpha<\beta)$ через $\overline{C}_{p+1}^{[\alpha\beta]}$. Точно также, кусок цепи $\overline{C}_{p+1}$ в комплексе N_α условимся обозначать через $(\overline{C}_{p+1})^\alpha$.

Определение. Цепь $\overline{C}_{p+1}$ будем называть специальной, если она обладает следующими свойствами:

а) $(\overline{C}_{p+1})^\alpha=0$ для любого α;

б) для любых $\alpha<\beta<\gamma$,

$$(\partial\,(\overline{C}_{p+1}^{[\alpha\beta]}+\overline{C}_{p+1}^{[\beta\gamma[}))^\beta=0;$$

в) для любых $\alpha<\beta$

$$\overline{C}_{p+1}^{[\alpha\beta]}=\Pi_\alpha^\beta\, x_p^\beta,$$

где x_p^β—некоторая p-мерная цепь в N_β (заметим, что цепь x_p^β однозначно определена).

Имеют место следующие утверждения:

Предложение 1. Пусть $\overline{C}_{p+1}$—специальная цепь в комплексе $K(X)$. Тогда при $\gamma>\beta$, $\delta>\beta$, имеем

$$(\partial\overline{C}^{[\beta\gamma]}_{p+1})^{\beta}=(\partial\overline{C}^{[\beta\delta]}_{p+1})^{\beta}. \qquad (4)$$

Условимся обозначать n-мерную цепь (4) через $\mathrm{ch}^{\beta}\,\overline{C}_{p+1}$.

Предложение 2. Для любой специальной цепи $\overline{C}_{p+1}$ в комплексе $K(X)$ и любых $\alpha<\beta$ имеем

$$(\partial\overline{C}^{[\alpha\beta]}_{p+1})^{\beta}=-\mathrm{ch}^{\beta}\,\overline{C}_{p+1};\quad \overline{C}^{[\alpha\beta]}_{p+1}=\Pi^{\beta}_{\alpha}\,\mathrm{ch}^{\beta}\overline{C}_{p+1}.$$

Предложение 3. Пусть $\overline{C}_{p+1}$—специальная цепь в комплексе $K(X)$. Тогда совокупность цепей $\{\mathrm{ch}^{\beta}\,\overline{C}_{p+1}\}_{\beta}$ представляет собой проекционную цепь пространства X.

Множество всех специальных $(p+1)$-мерных цепей $\overline{C}_{p+1}$ комплекса $K(X)$ над группой коэффициентов G обозначим через $D_{p+1}(K(X);\ G)$. В нем естественно вводится операция сложения и определяется граничный оператор Δ, который действует по формуле

$$(\Delta\overline{C}_{p+1})^{[\alpha\beta]}=\Pi^{\beta}_{\alpha}\,\partial\,\mathrm{ch}^{\beta}\,\overline{C}_{p+1} \qquad (5)$$

и представляет собой гомоморфизм

$$D_{p+1}(K(X);\ G)\rightarrow D_{p}(K(X);\ G),$$

удовлетворяющий условию $\Delta\cdot\Delta=0$.

Аналогично можно построить группу $D_{p+1}(K(A);\ G)$ специальных цепей подкомплекса $(K(A)\subset K(X)$ над группой G.

Определение. Факторгруппу $D_{p+1}(K(X);\ G)/D_{p+1}(K(A);\ G)$ будем называть $(p+1)$-мерной группой специальных цепей фундаментальной пары комплексов $(K(X),\ K(A))$ над группой G и будем обозначать ее через $D_{p+1}(K(X),\ K(A);\ G)$.

Теорема 1. *Пусть $C_p(X,A;G)$—группа p-мерных проекционных цепей компактной хаусдорфовой пары (X,A) над группой коэффициентов G. Тогда имеют место естественные изоморфизмы*

$$C_p(X,A;\ G)\overset{\varphi_p}{\approx}D_{p+1}(K(X),\ K(A);\ G),\ p=0,1,\ldots \qquad (6)$$

семейство которых представляет собой цепной изоморфозм комплексов

$$\{C_*(X,A;\ G),\partial\}\approx\{D_*(K(X),\ K(A);\ G),\ \Delta\}. \qquad (7)$$

Этот цепной изоморфизм комплексов показывает, что группы гомологии Чогошвили для пары $(X,\ A)$ изоморфны группам гомологии пары фундаментальных комплексов $(K(X),\ K(A))$ (со сдвигом на одну единицу размерности).

Заметим в заключение, что построенные здесь фундаментальные комплексы можно рассматривать как обобщение фундаментальных комплексов, построенных Стинродом [3] для компактных метризуемых пространств. Здесь построение проведено для пары компактных хаусдорфовых пространств (X, A) без предположения метризуемости.

Батумский педагогический институт

(Поступило 18.11.1988)

მათემატიკა

შ. ბახტაძე

ჩეხის ჰომოლოგიის ერთი ზუსტი ვარიანტის ფუნდამენტური კომპლექსი

რეზიუმე

სტინროდმა სივრცის თავისი ჰომოლოგიის თეორიისათვის ააგო კომპლექსი (ე. წ. ფუნდამენტური კომპლექსი), რომლის ჰომოლოგია მოცემული სივრცის სტინროდის ჰომოლოგიას ემთხვევა, იმის მსგავსად, როგორც სივრცის ალექსანდროვ—ჩეხის ჰომოლოგიები განისაზღვრება ნერვების ჰომოლოგიებით. აქ აგებულია ჭოღოშვილის ჰომოლოგიის ფუნდამენტური კომპლექსი.

MATHEMATICS

Sh. A. BAKHTADZE

THE FUNDAMENTAL COMPLEX OF ONE EXACT VARIANT OF CECH HOMOLOGIES

Summary

For his theory of homology Steenrod constructed a complex (the so-called fundamental complex) whose homology coincides with the Steenrod homology of a given compact metric space, as the Alexandrov-Cech homologies are defined by homologies of nerves. The fundamental complex for Chogoshvili homology is constructed in the present paper for an arbitrary compact space.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. А. Бахтадзе. Сообщения АН ГССР, 121, № 1, 1986, 29—32.
2. П. С. Александров. Введение в гомологическую теорию размерности и общую комбинаторную топологию. М., 1975.
3. N. E. Steenrod. Regular cycles of compact metric spaces, Ann of Math., vol. 41, № 4, october, 1940.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 510

МАТЕМАТИКА

А. Е. КИПИАНИ

ОБ ОДНОМ УНИФОРМНОМ ПОДМНОЖЕСТВЕ В $\omega_\alpha \times \omega_\alpha$

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 29.11.1988)

В настоящей работе терминология и обозначения в основном заимствованы из книг [1, 2]. Ниже иногда мы будем отождествлять всякое порядковое число ξ с множеством всех ординалов, строго меньших ξ, а всякое дерево T с соответствующим бинарным отношением на множестве $V(T)$ (множестве всех вершин дерева T). Под термином «дерево с источником» будем понимать дерево с корнем, наделенное ориентацией в направлении от корня.

Во многих комбинаторных конструкциях широко используется структура $(\omega_\alpha, \leqslant)$, где ω_α —любое начальное порядковое число, а $\leqslant$ — естественное отношение полного порядка на множестве ω_α. Причем весьма часто для доказательства различных фактов бесконечной комбинаторики (см. [3, 4] достаточно использовать лишь некоторые свойства этой структуры, например:

а) структура $(\omega_\alpha, \leqslant)$ имеет тривиальную группу автоморфизмов;

б) она является связным графом;

в) она удовлетворяет условию минимальности;

г) она имеет наименьший элемент.

Вместе с тем, используя геометрические термины, можно сказать, что график отношения порядка $\leqslant$ заполняет половину декартова квадрата $\omega_\alpha \times \omega_\alpha$, и поэтому, исходя из общих соображений униформизации, естественно попытаться построить униформное множество (функциональный график) T, содержащееся в графике порядка $\leqslant$ и такое, что структура (ω_α, T) обладает свойствами, аналогичными перечисленным выше. В связи с этим отметим, что справедлива следующая

Теорема 1. *Существует множество T в декартовом квадрате $\omega_\alpha \times \omega_\alpha$, такое, что выполняются следующие соотношения:*

1) *T — дерево с источником;*

2) *$V(T)$ совпадает с множеством ω_α;*

3) *T содержится в графике порядка $\leqslant$;*

4) *T имеет тривиальную группу автоморфизмов.*

Доказательство этой теоремы основано на ряде вспомогательных утверждений.

Лемма 1. Для любого несчетного начального порядкового числа ω_α справедливо равенство $\omega_\alpha = \omega^{\omega_\alpha}$.

Очевидно, что здесь под символом ω^{ω_α} подразумевается порядковая степень. Очевидно и то, что при $\alpha = 0$ утверждение теоремы 1 является справедливым (достаточно взять $T = \{(n, n+1) : n \in \omega\}$).

Пусть теперь α— произвольное ненулевое ординальное число. Определим семейство $(A_n)_{n \in \omega} - \{0\}$ равенствами:

$$A_1=\{(0,\ \omega^{\xi_1}):\omega_\alpha>\xi_1\};$$

$$A_{n+1}=\{(\omega^{\xi_1}+\cdots+\omega^{\xi_n},\ \omega^{\xi_1}+\cdots+\omega^{\xi_n}+\omega^{\xi_{n+1}}:$$

$$:\omega_\alpha>\xi_1\geqslant\cdots\geqslant\xi_{n+1}\},\quad (n\geqslant 1);$$

а дерево T--равенством $T=\bigcup\limits_{n\in\omega\setminus\{0\}} A_n$. Из теоремы разложения порядкового числа по произвольному основанию вытекает истинность соотношений 1)—3) сформулированной теоремы. Далее, для любого порядкового числа β, удовлетворяющего условию $0<\beta<\omega_\alpha$, положим, что T_β есть поддерево дерева T, задаваемое следующим образом:

$$T_\beta=\{(\beta+\omega^{\eta_1}+\cdots+\omega^{\eta_k},\ \beta+\omega^{\eta_1}+\cdots+\omega^{\eta_k}+\omega^{\eta_{k+1}}):$$

$$:\xi\geqslant\eta_1\geqslant\cdots\geqslant\eta_{k+1},\ \ k\geqslant 0\},$$

где ξ—наименьший показатель степени в разложении числа β по основанию ω. Теперь для завершения доказательства теоремы 1 достаточно последовательно установить следующие чисто технические леммы.

Лемма 2.

$$\omega_\alpha>\xi_1\geqslant\cdots\geqslant\xi_n\Rightarrow T_{\omega^{\xi_1}+\cdots+\omega^{\xi_n}}\cong T_{\omega^{\xi_n}},$$

где $\cong$—знак изоморфизма между деревьями, а n—положительное натуральное число.

Лемма 3. Пусть $\eta<\omega_\alpha$ и $\xi<\omega_\alpha$. Тогда справедлива следующая импликация:

$\eta<\xi\Rightarrow T_{\omega^\xi}$ содержит по крайней мере два непересекающихся поддерева, каждое из которых изоморфно с T_{ω^η}.

Лемма 4. Никакое дерево T_{ω^ξ} ($\xi<\omega_\alpha$) не содержит двух непересекающихся поддеревьев, каждое из которых изоморфно самому T_{ω^ξ}.

Лемма 5. При любом мономорфизме дерева T_{ω^ξ} ($\xi<\omega_\alpha$) путь $((\omega^\xi,\ \omega^\xi\cdot 2),\ (\omega^\xi\cdot 2,\ \omega^\xi\cdot 3),\ \ldots)$ отображается в себя.

Лемма 6. $\eta<\omega_\alpha\ \&\ \xi<\omega_\alpha\ \&\ \xi\neq\eta\Rightarrow T_{\omega^\xi}\ncong T_{\omega^\eta}$.

Лемма 7. При $\xi<\omega_\alpha$ поддерево T_{ω^ξ} имеет тривиальную группу автоморфизмов.

Приведем некоторые применения теоремы 1. Улам в книге [5] ставит следующую задачу: существует ли для любого натурального числа n структура $(E,\ A)$ с континуальным базисным множеством E и бинарным отношением A над E, имеющая ровно n автоморфизмов?

Можно дать эффективное положительное решение более общей задачи, в которой $\operatorname{Card} E$ принимает любое значение из множества $\{\aleph_\alpha,\ 2^{\aleph_\alpha},\ 2^{2^{\aleph_\alpha}},\ \ldots\}$ (см. [4]). Применяя теорему 1, получаем такое

Следствие 1. Пусть E—любое бесконечное базисное множество и n—натуральное число >0. Тогда существует сюръекция $f:E\rightarrow E$ такая, что структура $(E,\ f)$ имеет в точности n автоморфизмов (здесь отображение f отождествляется со своим графиком).

Более того, существуют $2^{\operatorname{Card} E}$ таких сюръекций.

В частности, если $M(E)$—полугруппа всех сюръективных отображений бесконечного множества E на себя, то для любого натурального $n\geqslant 1$ существует элемент f в $M(E)$, который коммутирует ровно с n обратимыми элементами из множества $M(E)$ (отметим, что сам элемент f с необходимостью будет необратимым).

Далее, имеет место

Теорема 2. *Пусть E—базисное множество, содержащее по крайней мере три элемента. Тогда следующие два соотношения являются эквивалентными:*

1) $\mathrm{Card}\, E \in [\aleph_0, 2^{\aleph_0}]$;

2) *существует отображение $f: E \to E$ такое, что*

а) все отрезки в E^2 (т. е. подмножества вида $\{x\}\times E$ и $E\times\{x\}$) пересекают график отображения f не более чем в двух точках, кроме одного отрезка, пересекающего этот график ровно в $\mathrm{Card}\, E$ *точках;*

б) структура (E, f) имеет тривиальную группу автоморфизмов.

Совершенно очевидно, что отображение f, удовлетворяющее условию а) из теоремы 2, существует для любого базисного множества E. Теорема 1 показывает, что условие б) также не накладывает никаких ограничений на множество E.

Пусть теперь B—любое подмножество множества ω_α (т. е. множества всех вершин построенного выше дерева T), C—любое множество мощности $\mathrm{Card}\, B$, имеющее пустое пересечение с множеством ω_α, и h—биективное отображение множества B на C. Рассмотрим дерево

$$T_B = T \cup \{(\xi, h(\xi)) : \xi \in B\}.$$

нетрудно проверить, что если B и B' суть различные подмножества в ω_α, то деревья T_B и $T_{B'}$ являются неизоморфными. Кроме того, каждое дерево T_B естественно индуцирует отношение частичного порядка $\leqslant_B$ на множестве ω_α, определяемое следующей эквивалентностью:

$\xi \leqslant_B \eta \Longleftrightarrow (\xi = \eta \vee$ (существует ориентированная простая цепь в T_B из вершины ξ в вершину η)).

Очевидно, что если $B \subset \omega_\alpha$, то каждое линейно упорядоченное подмножество множества $(\omega_\alpha, \leqslant_B)$ имеет тип ω или является конечным. Про такой порядок $\leqslant_B$ будем говорить, что он удовлетворяет сильному условию минимальности. Из вышеприведенных рассуждений мы получаем следующее

Следствие 2. Пусть E—любое бесконечное базисное множество. Тогда мощность множества всех попарно неизоморфных порядков на E, имеющих тривиальную группу автоморфизмов и удовлетворяющих сильному условию минимальности, равна $2^{\mathrm{Card}\, E}$.

Отметим под конец, что один результат подобного рода содержится и в работе [6].

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

(Поступило 1.12.1988)

ა. ყიფიანი

$\omega_\alpha \times \omega_\alpha$ სიმრავლის ერთი უნიფორმული ქვესიმრავლის შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში აგებულია უსასრულო ხე, რომლის დახმარებითაც მოყვანილია ს. ულამის [5] ერთი ამოცანის ამოხსნა უნიფორმული სიმრავლეების კლასში.

MATHEMATICS

A. E. KIPIANI

ON ONE UNIFORM SUBSET IN $\omega_\alpha \times \omega_\alpha$

Summary

In the paper an infinite tree is constructed by means of which the solution of a problem by S. Ulam is given in the class of uniform sets.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Бурбаки. Теория множеств. М., 1965.
2. О. Оре. Теория графов. М., 1980.
3. А. Б. Харазишвили. Элементы комбинаторной теории бесконечных множеств. Тбилиси. 1981.
4. А. Е. Kipiani. Acta Universitatis Carolinae, Mathematica et Physica. 1988.
5. С. Улам. Нерешенные математические задачи. М., 1964.
6. А. Б. Харазишвили. Сообщения АН ГССР, 87, № 3, 1977.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 510

МАТЕМАТИКА

А. Б. ХАРАЗИШВИЛИ

О НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧАХ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 1.11.1988)

Пусть E — основное базисное пространство, S — фиксированная σ-алгебра частей от E и X — подмножество в E. Будем говорить, что X является абсолютно неизмеримым относительно S, если для всякой ненулевой σ-конечной рассеянной меры μ, заданной на S, множество X не принадлежит области определения меры $\bar{\mu}$, служащей обычным пополнением для μ. Положим
$N(S)=\{Y : Y \in S$ и $(\forall\mu)$ (μ есть ненулевая σ-конечная рассеянная мера на $S \Rightarrow \mu(Y)=0)\}$. Имеет место следующее утверждение.

Предложение 1. Для множества $X \subset E$ приводимые ниже соотношения эквивалентны:

1) X абсолютно неизмеримо относительно S;

2) каково бы ни было множество $Z \in S \setminus N(S)$, пересечения $Z \cap X$ и $Z \cap (E \setminus X)$ не пусты.

Пусть теперь E — несчетное польское топологическое пространство и $B(E)$ — борелевская σ-алгебра этого пространства. Напомним, что множеством Бернштейна в E называется любое множество $X \subset E$, обладающее тем свойством, что для всякого непустого совершенного множества $Z \subset E$ пересечения $Z \cap X$ и $Z \cap (E \setminus X)$ также являются непустыми. С учетом того факта, что каждое несчетное борелевское множество в E содержит в себе непустое совершенное подмножество, и с помощью результата предложения 1 легко получается следующее

Предложение 2. Для множества X, лежащего в несчетном польском топологическом пространстве E, приводимые ниже соотношения эквивалентны:

1) X есть множество Бернштейна;

2) X абсолютно неизмеримо относительно борелевской σ-алгебры $B(E)$.

Сформулированное только что предложение можно рассматривать как абстрактную характеристику множеств Бернштейна в польском пространстве E. В связи с этим фактом отметим, что не решена следующая задача.

Задача 1. Получить какую-нибудь абстрактную характеристику классических множеств Витали (играющих весьма важную роль в теории меры Лебега).

Пример 1. Пусть ω_1 — первый несчетный кардинал, наделенный обычной порядковой топологией, J — счетно аддитивный идеал в ω_1, порожденный дополнениями к всевозможным замкнутым неограниченным подмножествам пространства ω_1 и пусть S обозначает σ-алгебру множеств в ω_1, порожденную идеалом J. Тогда для произвольного множества $X \subset \omega_1$ приводимые ниже соотношения эквивалентны:

1) X абсолютно неизмеримо относительно S;

2) множество X и его дополнение $\omega_1 \setminus X$ стационарны в ω_1.

Всякое множество $X \subset \omega_1$, удовлетворяющее последнему соотношению, естественно рассматривать как некоторый аналог (в топологическом пространстве ω_1) классического множества Бернштейна.

Пусть (E, S) — измеримое пространство (т. е. E — бесконечное основное базисное множество, а S — фиксированная σ-алгебра его частей) и пусть для этого пространства выполняются соотношения:

$$\mathrm{card}\,(S \setminus N(S)) \leqslant \mathrm{card}\,(E), \quad (\forall Z)\,(Z \in S \setminus N(S) \Rightarrow \mathrm{card}\,(Z) = \mathrm{card}\,(E)).$$

Тогда E содержит в себе хотя бы одно подмножество, являющееся абсолютно неизмеримым относительно S. Более того, мощность класса всех таких подмножеств пространства E равна $2^{\mathrm{card}\,(E)}$. В общем случае остается не решенной следующая задача.

Задача 2. Каким необходимым и достаточным условиям (формулируемым в чисто комбинаторных теоретико-множественных терминах) должно удовлетворять измеримое пространство (E, S), чтобы в E существовало подмножество, абсолютно неизмеримое относительно S?

Если для каждой ненулевой σ-конечной рассеянной меры μ, заданной на σ-алгебре S, символом $S(\bar{\mu})$ обозначить область определения обычного пополнения этой меры, то предыдущая задача сведется к нахождению необходимых и достаточных условий, при которых будет иметь место соотношение

$$P(E) \setminus \bigcup_{\mu \in M} S(\bar{\mu}) \neq \varnothing,$$

где $P(E)$ — класс всех частей от E, а M — класс всевозможных ненулевых σ-конечных рассеянных мер, определенных на S. Весьма частным случаем задачи 2 (точнее, ее топологическим вариантом) является следующая

Задача 3. Каким необходимым и достаточным условиям (формулируемым в чисто топологических терминах) должно удовлетворять данное хаусдорфово топологическое пространство E, чтобы оно содержало в себе хотя бы одно подмножество, абсолютно неизмеримое относительно борелевской σ-алгебры $B\,(E)$?

Рассмотрим теперь некоторые вопросы, связанные с существованием различных неизмеримых множеств в основном базисном пространстве E, наделенном фиксированной группой G преобразований этого пространства. Предварительно приведем два вспомогательных утверждения, которые нам понадобятся в дальнейшем.

Лемма 1. Пусть E — базисное пространство и G — фиксированная группа его преобразований. Далее, пусть S — некоторая σ-алгебра частей от E с системой образующих $T \subset S$, обладающей следующим свойством:

$$(\forall g)\,(\forall Y)\,(g \in G \,\&\, Y \in T \Rightarrow g(Y) \in S).$$

Тогда можно утверждать, что σ-алгебра S является G-инвариантной, т. е.

$$(\forall g)\,(\forall Y)\,(g \in G \,\&\, Y \in S \Rightarrow g(Y) \in S).$$

Лемма 2. Пусть E — базисное пространство мощности ω_1, а G — группа преобразований этого пространства, имеющая ту же самую мощность и действующая транзитивно в E. Тогда найдется счетное семейство $(X_i)_{i \in I}$ частей от E, удовлетворяющее приводимым ниже соотношениям:

1) каждое множество $X_i (i \in I)$ является почти G-инвариантным в E, т. е.

$$(\forall g)\ (g \in G \Rightarrow \mathrm{card}\ (g(X_i)\ \Delta X_i) \leqslant \omega_0),$$

где ω_0 — первое бесконечное кардинальное число;

2) какова бы ни была ненулевая σ-конечная рассеянная мера μ, заданная в пространстве E, среди множеств семейства $(X_i)_{i \in I}$ существует хотя бы одно, не измеримое относительно μ.

Отметим, что в работах [1, 2] лемма 2 доказывается в предположении справедливости гипотезы континуума, однако, как мы видим, здесь можно обойтись и без применения дополнительных теоретико-множественных гипотез.

С помощью сформулированных только что лемм без особого труда получается следующее утверждение.

Предложение 3. Пусть E — произвольное несчетное векторное пространство (скажем, над полем Q рациональных чисел) и пусть G — группа всех параллельных переносов этого пространства. Тогда найдется σ-алгебра S частей от E, удовлетворяющая приводимым ниже соотношениям:

1) S является счетно порожденной σ-алгеброй, т. е. существует счетная система множеств $T \subset S$ такая, что $S = \sigma(T)$;

2) S является G-инвариантной σ-алгеброй;

3) в E невозможно задать ненулевую σ-конечную G-квазиинвариантную меру, область определения которой совпадала бы с σ-алгеброй S.

Пример 2. Рассмотрим вещественную прямую R как векторное пространство над полем Q рациональных чисел и применим к R сформулированное предложение 3. Получим некоторую счетно порожденную R-инвариантную σ-алгебру частей от R, обладающую тем свойством, что на ней нельзя определить ни одной невырожденной σ-конечной R-квазиинвариантной меры. К этому же результату можно прийти исходя из других соображений, а именно, воспользовавшись тем фактом, что аддитивная группа R изоморфна аддитивной группе бесконечномерного сепарабельного гильбертова пространства H, и тем фактом, что счетно порожденная борелевская σ-алгебра пространства H не допускает никакой невырожденной σ-конечной H-квазиинвариантной меры.

Пример 3. Пусть E — основное базисное пространство, мощность которого представляет собой измеримое в широком смысле кардинальное число, и пусть

$G = \{g : g$ есть биекция пространства E на самого себя и мощность множества $\{x \in E : g(x) \neq x\}$ является конечной$\}$.

Тогда, как легко видеть, справедливы приводимые ниже соотношения:

1) $\mathrm{card}\ (G) = \mathrm{card}\ (E)$;

2) G представляет собой некоторую группу преобразований пространства E, действующую транзитивно в нем;

3) на σ-алгебре всех частей от E можно определить вероятностную рассеянную меру, инвариантную относительно группы G.

В связи с предложением 3 и только что рассмотренными примерами естественно возникает следующая задача.

Задача 4. Пусть E — базисное пространство и G-фиксированная группа преобразований этого пространства. Каким необходимым и достаточным условиям должна удовлетворять пара (E, G), чтобы в E существовала счетно порожденная G-инвариантная σ-алгебра S, обладающая тем свойством, что на S нельзя определить ни одной ненулевой σ-конечной G-квазиинвариантной меры?

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

(Поступило 3.11.1988)

მათემატიკა

ა. ხარაზიშვილი

სიმრავლეთა თეორიის ზოგიერთი ამოცანის შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია ზოგიერთი საკითხი, დაკავშირებული სხვადასხვა σ-ალგებრის მიმართ არაზომადი სიმრავლეების თვისებებთან.

MATHEMATICS

A. B. KHARAZISHVILI

ON SOME PROBLEMS OF THE SET THEORY

Summary

Some questions connected with the properties of sets, non-measurable relative to various σ-algebras, are considered in the paper.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Б. Харазишвили. ДАН СССР, т. 232, № 5, 1977.
2. А. Б. Харазишвили. Укр. мат. журн., т. 37, № 2, 1985.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 519.64

МАТЕМАТИКА

Ю. Г. ТВАЛОДЗЕ

ОБ ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДАХ РЕШЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВОЛЬТЕРРА II РОДА

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 26.10.1988)

В работе предложены два метода приближенного решения нелинейного интегрального уравнения Вольтерра II рода. Путем построения оценок соответствующих погрешностей и необходимых чисел базисных операций обоснована эффективность предложенных методов.

Рассмотрим интегральное уравнение Вольтерра II рода вида

$$x(t)=\int_0^t f(t, \tau, x(\tau))\, d\tau, \quad t\in[0, T], \quad x(0)=0, \tag{1}$$

где f—функция определенного класса F, $x(t)$—искомое решение.

Будем решать уравнение (1) сначала на отрезке $[0,\Delta T]$, $\Delta T\leqslant T$. Рассмотрим два метода аппроксимационно-итеративного (АИ) типа [1]: один для случая, когда f не имеет высокую степень гладкости, и второй — когда f является аналитической функцией.

Пусть $f(t, \tau, x(\tau))$ имеет по всем переменным i-е производные $(i=\overline{0, 2})$, не превосходящие по модулю соответствующие известные константы $L_i=L_i(f)$ (в области существования решения). Тогда за приближенное решение уравнения (1) примем приближение к

$$x^N(t)=\sum_{\nu=0}^{N-1}(x^{\nu+1}-x^{\nu}); \quad x^{\nu+1}(t)=\int_0^t f(t, \tau, x^{\nu}(\tau))\, d\tau, \quad x^0(t)=0, \tag{2}$$

где интегралы вычислим методом квадратур по формулам трапеций [2].

Разобьем отрезок $[0,\Delta T]$ на M частей точками

$$t_j=j\Delta t, \quad \Delta t=\Delta T/M, \quad j=\overline{1, M}, \tag{3}$$

и положим

$$\widetilde{x}_j^{\nu+1}=\Delta t\left[(f(t_j, 0, 0)+f(t_j, t_j, \widetilde{x}_j^{\nu}))/2+\sum_{s=1}^{j-1} f(t_j, t_s, \widetilde{x}_s^{\nu})\right]=$$
$$=\int_0^{t_j} {}'f(t_j, \tau, \widetilde{x}^{\nu}(\tau))\, d\tau, \quad \nu=\overline{0, N-1}, \tag{4}$$

где через $'\varphi(\tau)$ обозначен полигон функции $\varphi(\tau)$ [3]; $\widetilde{x}^{\nu}(\tau)$— кусочно-постоянная функция, принимающая значение $\widetilde{x}_s^{\nu}$ для $\tau\in[t_s, t_{s+1}]$.

Справедлива следующая

Теорема 1. *Погрешность метода* (2)—(4) *дается следующими оценками:*

$$\Delta^1_{t_j}=|x(t)-\widetilde{x}^N(t)|\leqslant L_0\,t_j\,\frac{1}{\sqrt{2\pi N}}\left(\frac{e}{2N}\right)^N\left(1+\frac{1}{2(N+1)}+\cdots\right)+$$
$$+\frac{dt_j}{6}(\Delta t)^2,\ t\in[0,t_j],\ Lt_j\leqslant 1/2,\ 1\leqslant j\leqslant M,$$

где

$$d\leqslant L_2+L_2\,L_0^2+3\,L_1^2+L_0\,L_1^2+(2\,L_0\,L_1\,L_2+L_1^3+L_1L_2)\,\Delta T+L_2\,L_1^2\,(\Delta T)^2.$$

При этом число операций вычисления f не превосходит $(M+1)(M+2)N/2$.

Обозначим приближенное решение уравнения (1) через $\widetilde{x}(t)$ и рассмотрим случай $t\in[k\Delta T,\ (k+1)\,\Delta T],\ k=\overline{1,\ R-1},R\Delta T=T$.

Положим

$$x^k(t)=\int\limits_0^{k\Delta T} f(t,\tau,\widetilde{x}(\tau))\,d\tau+\int\limits_{k\Delta T}^{t} f(t,\tau,x^k(\tau))\,d\tau,$$

$$x^{k,\nu}(t)=\int\limits_0^{k\Delta T} f(t,\tau,\widetilde{x}(\tau))\,d\tau+\int\limits_{k\Delta T}^{t} f(t,\tau,x^{k,\nu-1}(\tau))\,d\tau,$$

$$x^{k,0}(t)=\int\limits_0^{k\Delta T} f(t,\tau,\widetilde{x}(\tau))\,d\tau,\qquad \nu=\overline{1,\ N};$$

$$\widetilde{x}_j^{k,\nu}=\widetilde{x}_j^{k,0}+\int\limits_{k\Delta T}^{t_j}{}' f(t_j^k,\tau,\widetilde{x}^{k,\nu-1}(\tau))\,d\tau,$$

$$\widetilde{x}_j^{k,0}=\int\limits_0^{k\Delta T}{}' f(t_j^k,\tau,\widetilde{x}(\tau))\,d\tau,\ t_j^k=k\Delta T+j\Delta t,$$

$$j=\overline{1,\ M},\ \Delta t=\Delta T/M,\ \nu=\overline{1,\ N}, \tag{6}$$

где $\widetilde{x}^{k,\nu}(\tau)$ — кусочно-постоянная функция, равная $\widetilde{x}_s^{k,\nu}$, на отрезке $(t_s^k,\ t_{s+1}^k)$, а $\widetilde{x}(t)=\widetilde{x}^{r,N}(\tau),\ \tau\in[r\Delta T,\ (r+1)\,\Delta T],\quad r=\overline{0,\ R-1}$.

Нетрудно доказать следующую теорему.

Теорема 2. *Погрешность метода* (6)

$$\Delta^1_T=|x(t_j^k)-\widetilde{x}_j^{k+1,N}|\leqslant\frac{3}{N!}\,L_0\,T+\frac{dT}{2}\,(\Delta t)^2,\quad j=\overline{1,\ M},$$

$$k=\overline{1,\ R-1},\ R\Delta T=T,\ \Delta t=\Delta T/M.$$

При этом число операций вычисления f не будет превосходить $(M+2)(M+1)\,NR/2$.

Рассмотрим теперь второй случай, когда $f(z,v,w)$ является аналитической функцией от 3-х комплексных аргументов z,v,w в области

$$D=E_r\times E_r\times D(H),$$

где E_r — замкнутая область, ограниченная эллипсом Жуковского

$$\partial E_r=\left\{(x,y)\,|\,x=\frac{\Delta T}{2}+a_r\cos t,\ y=b_r\sin t,\ t\in[-\pi,\pi]\right\},$$

$$a_r=\Delta T\,(r+r^{-1})/4,\ b_r=\Delta T\,(r-r^{-1})/4,\ r>1,$$

а область $D(H)$ — замкнутый круг радиуса H с центром в 0. Положим, как и в [1],

$$w(z)=\int_0^z f(z,s,w(s))\,ds,\quad w^{\nu}(n;z)=\int_0^z L_n(f(\cdot,w^{\nu-1}(n;\cdot);\sigma))\,d\sigma=$$

$$=\sum_{i=0}^{n} f(z,x_i,w^{\nu-1}(n;x_i))\int_0^z \pi_i(\sigma)\,d\sigma,\quad w^{\nu}(n;x_j)=w_j^{\nu}=$$

$$=\frac{\Delta T}{2}\sum_{i=0}^{n} a_{ij}\,f(x_j,x_i,w_i^{\nu-1}),\ j=\overline{0,n},\ \nu=\overline{0,N},\ a_{ij}=\frac{2}{\Delta T}\int_0^{x_j}\pi_i(\sigma)d\sigma,\tag{7}$$

где L_n—интерполяционный многочлен Лагранжа по узлам Чебышева для отрезка $[0,\Delta T]$.

Теорема 3. *Пусть в уравнении*

$$w(z)=\int_0^z f(z,s,w(s))\,ds\tag{8}$$

функция $f(z,s,w)$ является аналитической в области $\widetilde{D}=E_{\widetilde{r}}\times E_{\widetilde{r}}\times D(\widetilde{H})$ (см. [1]), $\widetilde{h}>0$, $\widetilde{H}>0$, $\widetilde{r}>1$. *Тогда, если при каком-либо фиксированном $r\in[1,\widetilde{r}]$ и некоторых натуральных n и N взять числа $H\leqslant\widetilde{H}$, $\Delta T\leqslant\widetilde{h}$ такими, чтобы выполнялось неравенство*

$$H>\left(a_r+\frac{\Delta T}{2}\right)(\|f\|_{C_{\widetilde{D}}}+L\Delta^2_{\Delta T}),\quad a_r=\frac{\Delta T}{4}(r+r^{-1}),$$

$$D=E_r\times E_r\times D(H),$$

где через $\Delta^2_{\Delta T}$ обозначена правая часть неравенства

$$|w(z)-w^N(n;z)|\leqslant L_0(f)\left[(\|L_n^0\|+1)\frac{1}{1-q}(1+r^{-2n-2})\frac{r}{\widetilde{r}-r}\left(\frac{r}{\widetilde{r}}\right)^n\left(a_r+\frac{\Delta T}{2}\right)+\right.$$

$$\left.+L^{-1}e^q\frac{q^{N+1}}{(N+1)!}\right],\ \|L_n^0\|\leqslant\frac{2}{\pi}\ln n+1;\ q=L\left(a_r+\frac{\Delta T}{2}\right),\tag{9}$$

и $L_0(f)=\|f\|_{C_{\widetilde{D}}}$, L—постоянная Липшица функции f по переменной w в D, то многочлен $w^N(n;z)$, построенный АИ-алгоритмом (7), *приближает в области E_r решение $w(z)$ уравнения* (8) *так, что при этом выполняется неравенство* (9).

Доказательство этой теоремы вполне аналогично доказательству теоремы 2 в статье [1].

Из теоремы 3 и способа доказательства теоремы 2 вытекает также следующая

Теорема 4. *Если отрезок* $[0, \Delta T]$ *разбит на подотрезки* $[(k-1)\,\Delta T,\, k\Delta T]$, $L\Delta T \leqslant 1/2$, $k=\overline{1, R}$, *и для каждого из подотрезков выполняются условия теоремы* 3, *то погрешность* Δ_T^2 *на* $[0, T]$ *при кусочно-полиномиальном приближении типа* (7) *оценивается по формуле*

$$\Delta_T^2 \leqslant e^{LT}\, 4\, \Delta_{\Delta T}^2, \quad L\Delta T \leqslant 1/2.$$

При этом общее число операций вычисления значений f *не будет превосходить* $RN\,(n+1)^2$.

Институт кибернетики
им. В. М. Глушкова
АН УССР

(Поступило 3.11.1988)

მათემატიკა

ი. თვალოძე

ვოლტერას II გვარის ინტეგრალური განტოლებების ამოხსნის ეფექტური მეთოდების შესახებ

რეზიუმე

მოცემულია ვოლტერას II გვარის არაწრფივი ინტეგრალური განტოლებების მიახლოებითი ამოხსნის ორი აპროქსიმაციულ-იტერაციული მეთოდი. მიღებულია მეთოდის ცდომილების და აუცილებელ ბაზისურ ოპერაციათა რაოდენობის შეფასებები, რომლებიც ნათელყოფს ამ მეთოდების ეფექტურობას.

MATHEMATICS

Yu. G. TVALODZE

ON EFFECTIVE METHODS OF SOLUTION OF VOLTERRA'S II TYPE INTEGRAL EQUATIONS

Summary

Two approximate-iterative methods of solving Volterra's II type nonlinear integral equations are presented. Estimates of the method errors and the number of necessary basic operations are obtained, which demonstrate the effectiveness of these methods.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. К. Дзядык. ЖВМ и МФ, 26, № 3, 1986.
2. Н. С. Бахвалов. Численные методы, т. I. М., 1973.
3. В. В. Иванов. Методы вычислений на ЭВМ (справочное пособие). Киев, 1986.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 517.53/57

МАТЕМАТИКА

А. Г. ДЖВАРШЕЙШВИЛИ

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ КЛАССА H_p, $p>0$ В БИКРУГЕ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 23.11.1988)

В этой статье приведем некоторые замечательные свойства функций класса H_p, $p>0$ в бикруге

$$D=D_1\times D_1,\ D_r=\{z\in\mathbb{C},\ |z|<r\},\ \Gamma_r=\{z,\ |z|\leqslant r\},\ r>0.$$

Для точки $e^{i\theta}\in\Gamma_1$, $\sigma\in(0,1)$ обозначим через $\Omega_\sigma(\theta)$ минимальную выпуклую область, содержащую D_σ и радиус $R(\theta)=\{re^{i\theta},\ 0\leqslant r<1\}$, $\theta\in[0,2\pi)$.

Пусть

$$\Omega_\sigma(\theta_1,\theta_2)=\Omega_\sigma(\theta_1)\times\Omega_\sigma(\theta_2),\ 0\leqslant\theta_1,\ \theta_2<2\pi.$$

Аналитическая функция f принадлежит классу $H_p(D)$, $p>0$, если

$$\int\limits_0^{2\pi}\int\limits_0^{2\pi}|f(re^{ix},\rho e^{iy})|^p\,dxdy\leqslant C_p<\infty,\ 0\leqslant r,\ \rho<1.$$

Справедлива следующая

Теорема 1. *Пусть $f\in H_p(D)$, $p>0$. Тогда почти для всех $(\theta_1\,\theta_2)\in\in[0,2\pi]^2$, любого фиксированного $\sigma\in(0,1)$ и произвольного $n\geqslant 1$ справедливо равенство*

$$\lim\frac{\partial^n f(z,z_2)}{\partial^n z}=\frac{\partial^n l_2[f,z,\theta_2]}{\partial^r z},$$

когда

$$z_2\to e^{i\theta_2},\ z_2\in\Omega_\sigma(\theta_2);\ z\in\Omega_\sigma(\theta_1),$$

а $l_2[f,z,\theta_2]=\lim f(z,z_2)$, *при* $z_2\to e^{i\theta_2}$, $z_2\in\Omega_\sigma(\theta_2)$.

Заметим, что выражение $\dfrac{\partial^n f(z,z_2)}{\partial^n z}$, вообще говоря, не является класса H_p ни для какого $p>0$ относительно переменного z_2. В силу этого изучение граничных свойств этого выражения значительно сложно.

Теорема 2. *Пусть* $f\in H_p(D)$, $p>0$. *Тогда почти для всех* $(\theta_1, \theta_2)\in$ $\in[0, 2\pi]^2$, *любого фиксированного* $\sigma\in(0, 1)$, *произвольной последовательности* $z_n\in\Omega_\sigma(\theta_2)$, $z_n\to e^{i\theta_2}$ *справедливо равенство*

$$\lim_{n\to\infty}|f[\Omega(\theta_1), z_n]| = |l_2[f, \Omega(\theta_1), \theta_2]|,$$

где $|E|$—*мера Лебега множества* E.

Отсюда вытекает следующая

Теорема 3. *Пусть* $f\in H_p(D)$, $p>0$. *Тогда почти для всех* $(\theta_1, \theta_2)\in$ $\in[0, 2\pi]^2$, *любого фиксированного* $\sigma\in(0, 1)$, *произвольной последовательности* $z_n\to e^{i\theta_2}$, $z_n\in\Omega_\sigma(\theta_2)$ *имеем*

$$\lim_{n\to\infty}\iint\limits_{\Omega(\theta_1)}\left|\frac{\partial f(z, z_n)}{\partial z}\right|^2 dxdy=\iint\limits_{\Omega(\theta_1)}\left|\frac{\partial l_2[f, z, \theta_2]}{\partial z}\right|^2 dxdy,\ z=x+iy.$$

Теорема 4. *Пусть* $f\in H_p(D)$, $p>0$. *Тогда почти для всех* $(\theta_1, \theta_2)\in$ $\in[0, 2\pi]^2$ *любого фиксированного* $\sigma\in(0, 1)$ *имеем*

$$\lim m_1[f, \theta_1, z_2] = m_1 l_2[f, \theta_1, \theta_2]$$

когда

$$z_2\to e^{i\theta_2},\ z_2\in\Omega_\sigma(\theta_2);\ m_1[f, \theta_1, z_2] = \sup\{|f(z_1, z_2)|,\ z_1\in\Omega_\sigma(\theta_1)\},$$

$$m_1 l_2[f, \theta_1, \theta_2] = \sup\{|l_2[f, z_1, \theta_2]|,\ z_1\in\Omega(\theta_1)\}.$$

Последняя теорема так же представляет интерес, так как выражение $m_1[f, \theta_1, z_2]$ не является даже аналитической функцией относительно $z_2\in D_1$ и поэтому имеет сложное угловое граничное поведение.

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

(Поступило 25.11.1988)

მათემატიკა

ა. ჯვარშეიშვილი

ბიწრეში Hp, p>o კლასის ანალიზური ფუნქციების ზოგიერთი თვისება

რეზიუმე

სტატიაში აღნიშნულია ბიწრეში Hp, p>o კლასის ორი ცვლადის ანალიზური ფუნქციების ზოგიერთი ახალი თვისება.

MATHEMATICS

A. G. JVARSHEISHVILI

SOME PROPERTIES OF ANALYTICAL FUNCTIONS OF CLASS HP, P>O IN THE BIDISK

Summary

The paper deals with some new properties of analytical functions of class Hp, p>o in the bidisk.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 517.956.3

МАТЕМАТИКА

С. С. ХАРИБЕГАШВИЛИ

ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ ОДНОГО КЛАССА ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ ВТОРОГО ПОРЯДКА С ВЫРОЖДЕНИЕМ ТИПА И ПОРЯДКА

(Представлено академиком А. В. Бицадзе 14.11.1988)

В полуплоскости $y>0$ рассмотрим систему линейных дифференциальных уравнений вида

$$y(y^m Au_{xx}+2y^{m/2}Bu_{xy}+Cu_{yy})+au_x+bu_y+cu=F, \tag{1}$$

где A, B, C, a, b, c—заданные действительные $(n\times n)$-матрицы; F—заданный, а u—искомый n-мерный действительные векторы; $m=\text{const}>0$, $n>1$.

Ниже будем считать, что A, B, C—постоянные матрицы, $\det C\neq 0$, и полином $p_0(\lambda)=\det(A+2B\lambda+C\lambda^2)$ степени $2n$ имеет простые действительные корни $\lambda_1, \ldots, \lambda_{2n}$. При этих предположениях система (1) при $y>0$ является строго гиперболической, а при $y=0$ имеет место одновременно и параболическое вырождение, и вырождение порядка. Легко видеть, что числа $y^{m/2}\lambda_1, \ldots, y^{m/2}\lambda_{2n}$ являются корнями характеристического полинома $p(y, \lambda)=\det y(y^m A+2y^{m/2}B\lambda+C\lambda)$ системы (1), а кривые, определенные уравнениями

$$L_i(P): x+\frac{2\lambda_i}{m+2}\, y^{m+2/2}=x_0+\frac{2\lambda_i}{m+2}\, y_0^{m+2/2},\quad i=1, \ldots, 2n,\ y_0\geqslant 0,$$

и проходящие через точку $P(x_0, y_0)$, являются характеристиками системы (1).

Обозначим через D область, лежащую в полуплоскости $y>0$ и ограниченную двумя смежными характеристиками

$$\gamma_1: x+\frac{2\lambda_{i_1}}{m+2}\, y^{m+2/2}=0,\quad \gamma_2: x+\frac{2\lambda_{i_2}}{m+2}\, y^{m+2/2}=0,\quad \lambda_{i_1}<\lambda_{i_2},$$

системы (1), выходящими из начала координат $O(0, 0)$. На γ_1 возьмем произвольным образом точку P_1, отличную от $O(0, 0)$. Нумерацию характеристических кривых $L_i(P_1)$, $i=1, \ldots, 2n$, выходящих из точки P_1 вовнутрь угла D, выберем так, чтобы начиная с $L_1(P_1)$ они следовали друг за другом против часовой стрелки. На кривой γ_2 зафиксируем точку P_2, лежащую между двумя точками пересечения характеристик $L_n(P_1)$ и $L_{n+1}(P_1)$ с кривой γ_2. Пусть $D_0\subset D$—характеристический четырехугольник с вершиной в точке O, ограниченный характеристиками γ_1, γ_2, $L_n(P_1)$ и $L_{n+1}(P_2)$.

Рассмотрим характеристическую задачу в следующей постановке [1]: найти регулярное в области D_0 решение $u(x, y)$ системы (1), удовлетворяющее условиям

$$u(x, y)=f_i(x, y), \quad (x, y) \in OP_i \subset \gamma_i, \quad i=1, 2, \tag{2}$$

где f_1, f_2— заданные n-мерные действительные векторы; $f_1(0)=f_2(0)$.

Отметим, что характеристическая задача в приведенной выше постановке для одного гиперболического уравнения с параболическим вырождением вида

$$y^m u_{xx} - u_{yy} + a u_x + b u_y + cu = F$$

исследована в работа [2—4], а для гиперболических систем вида

$$y^m A u_{xx} + 2y^{m/2} B u_{xy} + C u_{yy} + a u_x + b u_y + cu = F$$

— в работе автора [5].

Ниже предполагается, что a, b, c, F, а также их первые производные по x принадлежат классу $C(\overline{D}_0)$, $f_i \in C^2(OP_i)$, $i=1, 2$, и, кроме того,

$$\sup_{\overline{D}_0 \setminus O} \|y^{-m/2} a\| < \infty, \quad \sup_{\overline{D}_0 \setminus O} \|y^{-(\alpha+m/2)} F\| < \infty, \quad \sup_{\overline{D}_0 \setminus O} \|y^{-(\alpha-1)} F_x\| < \infty,$$

$$f_i(0)=0, \quad \sup_{OP_i \setminus O} \|y^{-(\alpha+m/2+1-k)} f_i^{(k)}\| < \infty, \quad i, k=1, 2,$$

где $\alpha=\mathrm{const} > 0$.

В силу простоты корней $\lambda_1, \ldots, \lambda_{2n}$ полинома $p_0(\lambda)$ имеем

$$\dim \operatorname{Ker} (A+2B\lambda_i+C\lambda_i^2)=1, \quad i=1, \ldots, 2n.$$

Обозначим через ν_i векторы

$$\nu_i \in \operatorname{Ker} (A+2B\lambda_i+C\lambda_i^2), \quad \|\nu_i\| \neq 0, \quad i=1, \ldots, 2n.$$

Справедлива следующая

Теорема 1. *Пусть выполнено условие*

$$\operatorname{rank} \{\nu_1, \ldots, \nu_n\} = \operatorname{rank} \{\nu_{n+1}, \ldots, \nu_{2n}\} = n. \tag{3}$$

Тогда существует такое положительное число α_0, зависящее только от коэффициентов системы (1), *что при $\alpha > \alpha_0$ задача* (1), (2) *однозначно разрешима в классе*

$$\{u \in C^2(\overline{D}_0) : \partial^{i,j} u(0, 0)=0, \quad \sup_{\overline{D}_0 \setminus O} \|y^{-(\alpha+m/2+1-(m/2+1)i-j)} \times$$

$$\times \partial^{i,j} u\| < \infty, \quad 0 \leqslant i+j \leqslant 2\}, \quad \partial^{i,j} = \partial^{i+j} / \partial x^i \partial y^j.$$

Как показывают примеры, при нарушении условия (3) или же неравенства $\alpha > \alpha_0$ соответствующая (1), (2) однородная задача может иметь бесконечное множество линейно независимых решений.

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

(Поступило 1.12.1988)

მათემატიკა

ს. ხარიბეგაშვილი

მახასიათებელი ამოცანა ერთი კლასის ტიპის და რიგის გადაგვარების მქონე მეორე რიგის ჰიპერბოლური სისტემებისათვის

რეზიუმე

გადაგვარებული ჰიპერბოლური (1) სისტემის კოეფიციენტებზე დადებულ გარკვეულ პირობებში დამტკიცებულია (1), (2) მახასიათებელი ამოცანის ცალსახად ამოხსნადობა სპეციალურ წონით სივრცეებში.

MATHEMATICS

S. S. KHARIBEGASHVILI

A CHARACTERISTIC PROBLEM FOR A CLASS OF SECOND-ORDER HYPERBOLIC SYSTEMS WITH TYPE AND ORDER DEGENERATION

Summary

Under definite conditions imposed on the coefficients of degenerate hyperbolic system (1), the unique solvability of the characteristic problem (1), (2) in the special weighted spaces is proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Бицадзе. ДАН СССР, 225, № 1, 1975, 31—34.
2. S. Gellerstedt. Arkiv Mat., Astr. och Fysic, Band 26 A, HÄFTE 1, № 3. 1938, 1—32.
3. Л. Ш. Агабабян, А. Б. Нерсесян. ДАН Арм. ССР, 73, № 1, 1981, 9—16.
4. Л. Ш. Агабабян. УМН, 37, вып. 4 (226), 1982, 113.
5. С. С. Харибегашвили. Дифф. уравн., 22, № 1, 1986, 153—164.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 513.83

МАТЕМАТИКА

А. А. БОРУБАЕВ

О ТРЕХ СВОЙСТВАХ РАВНОМЕРНЫХ ПРОСТРАНСТВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. О. Баладзе 5.10.1988)

В данной заметке изучаются три свойства равномерных пространств: равномерная связность, равномерная сцепленность и равномерная псевдокомпакность.

Определение 1 [1]. Равномерное пространство wX называется равномерно связным, а равномерность w равномерно связной, если всякое равномерно непрерывное отображение $f:wX\to D$ равномерного пространства wX в любое дискретное равномерное пространство D является постоянным.

Некоторые первоначальные свойства равомерно связных пространств изложены в [1].

Определение 2. Равномерное пространство wX называется равномерно сцепленным, если для любого равномерного покрытия $\alpha\in w$ существует такое натуральное число n, что ко всякой паре точек x и y пространства X можно подобрать последовательность элементов $A_1, A_2, \ldots, A_k$, покрытия α такую, что $k\leqslant n$, $x\in A_1$, $y\in A_k$ и $A_i\cap A_{i+1}\neq\varnothing$ для любого $i=1, 2, \ldots, k-1$.

Понятия равномрной сцепленности для метрических пространств введено и изучено в [2].

Предложение 1. Для каждого равномерного пространства wX следующие условия равносильны:

1) Пространство wX равномерно связно.

2) Равномерность w не содержит дизъюнктного равномерного покрытия состоящего из двух элементов.

3) Для любого $\alpha\in w$ и для любой точки $x\in X$ найдется такое натуральное число n, что $\alpha^n(x)=X$, где $\alpha^1(x)$—звезда точки x относительно α и $\alpha^n(x)=\alpha^1(\alpha^{n-1}(x))$.

4) Для любого $\alpha\in w$ и для любых двух точек $x,y\in X$ найдется такая конечная последовательность $A_1, A_2,\ldots, A_n$ элементов покрытия α, что $x\in A_1$, $y\in A_n$ и $A_i\cap A_{i+1}\neq\varnothing$ для любого $i=1, 2,\ldots, n-1$.

Из условия 4 предложения 1 следует, что всякое равномерно-сцепленное пространство является равномерно связным. Обратное, вообще говоря, неверно. В классе предкомпактных равномерных пространств понятия равномерной связности и равномерной сцепленности совпадают.

Примеры:

1. Пространство Q рациональных чисел с естественной равномерностью является равномерно связным, но не равномерно-сцепленным и не связным пространством.

2. Метрическое пространство $J(\tau)$ — «ежь» колючести τ является равномерно-сцепленным пространством.

3. Шар любого радиуса любого бесконечномерного банахова про странства является равномерно-сцепленным, но не предкомпактным пространством [2].

Следующая теорема характеризует связность простpнств посредством равномерно связных равномерных структур.

Теорема 1. *Тихоновское пространство X связно тогда и только тогда, когда всякая равномерная структура w в X, порождающая топологию пространства X, является равномерно связной.*

Следующие теоремы описывают связные бикомпактные расширения тихоновских пространств с помощью равномерно связных равномерных структур.

Теорема 2. *Для того чтобы тихоновское пространство X имело связное бикомпактное расширение, необходимо и достаточно, чтобы в X существовала равномерно связная равномерная структура w, порождающая топологию пространства X.*

Теорема 3. *Пусть X — тихоновское пространство. Существует биекция между множеством всех связных бикомпактных расширений (определенных, с точностью до гомеоморфизма) пространства и множеством всех предкомпактных равномерно связных равномерных структур пространства X.*

Для равномерносвязных пространств справедлива следующая метризационная теорема, сформулированная без «паразита счетности».

Теорема 4. *Равномерно связное пространство wX метризуемо тогда и только тогда, когда оно имеет линейно упорядоченную (по вписанности) базу.*

Отметим некоторые свойства равномерно сцепленных пространств.

Теорема 5. *Произведение любого числа равномерно сцепленных пространств снова равномерно сцепленно.*

Предложение 2. Пополнение равномерно сцепленного простраства равномерно сцепленно.

Предложение 3. Пусть $f: wX \to \mathbb{R}$ — равномерно непрерывное отображение «на». Если wX—равномерно сцепленно, то vY тоже равномерно сцепленно.

Заметим, что равномерно сцепленные подпространства числовой прямой R с естественной равномерностью ограничено. Поэтому из предложения 3 вытекает

Следствие. Пусть $f: wX \to \mathbb{R}$—равномерно непрерывная функция. Если wX—равномерно сцепленно, то функция f—ограничена.

Определение 3. Равномерное пространство wX называется равномерно псевдокомпактным, если всякая равномерно непрерывная вещественная функция на wX ограничена.

Из следствия предложения 2 следует, что всякое равномерно-сцепленное пространство является равномерно псевдокомпактным. Обратное, вообще говоря, неверно. Например, всякое не связное псевдокомпактное пространство с максимальной равномерностью не является равномерно сцепленным, даже равномерно связным. Всякое предкомпактное пространство тоже равномерно псевдокомпактно. Однако «метрический ежь», с бесконечным числом иголок является равномерно-сцепленным, а значит равномерно псевдокомпактным, но не предкомпактным пространством.

Через $C(wX)$ обозначим множество всех равномерно непрерывных функций $f: wX \to \mathbb{R}$. Множество $C(wX)$ наделим равномерностью, индуцированной равномерностью равномерного пространства $\mathbb{R}^{|X|}$. Полученное равномерное пространство обозначил через $C_p(wX)$.

Теорема 6. *Для того чтобы wX было равномерно псевдокомпактным, необходимо и достаточно, чтобы $C_p(wX)$ было объединением счетного числа своих предкомпактных подпространств.*

Аналогичная характеристика псевдокомпактных пространств в терминах равномерной структуры пространства непрерывных функций получена В. В. Успенским [3].

Топологические пространства X и Y называются u-эквивалентными [4], если $C_p(X)$ и $C_p(Y)$ равномерно гомеоморфны. Аналогично, равномерные пространства wX и vY назовем u-эквивалентными, если $C_p(wX)$ и $C_p(vY)$ равномерно гомеоморфны

Из теоремы 6 следует, что равномерная псевдокомпактность сохраняется отношением u-эквивалентности. Но многие свойства равномерных пространств не сохраняются отношением u-эквивалентности. Например, предкомпактность, метризуемость, полнота и др.

Теорема 7. *Для того чтобы равномерное пространство wX было u-эквивалентно некоторому предкомпактному пространству vY, необходимо и достаточно, чтобы wX было равномерно псевдокомпактным.*

Киргизский государственный университет

(Поступило 20.10.1988)

მათემატიკა

ა. ბორუბაევი

თანაბრულ სივრცეთა სამი თვისების შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია თანაბრულ სივრცეთა შემდეგი თვისებები: თანაბრული ბმულობა, თანაბრული გადაბმულობა და თანაბრული ფსევდოკომპაქტობა.

MATHEMATICS

A. A. BORUBAYEV

ON THREE PROPERTIES OF UNIFORM SPACES

Summary

The properties of uniform connectedness, uniform chainableness and uniform pseudocompactness of uniform spaces are studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. I. M. James. Topological and Uniform Spaces. New York. Springer 1987.
2. Е. А. Горин. УМН, т. 14, 5, 1959, 129—134.
3. В. В. Успенский. УМН, т. 37, вып. 4, 1982, 183—184.
4. А. В. Архангельский. УМН, т. 35, вып. 3, 1980, 3—30.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 513.83

МАТЕМАТИКА

Р. Н. ОРМОЦАДЗЕ

s-НЕПРИВОДИМЫЕ ОТОБРАЖЕНИЯ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 11.10.1988)

В работе введено понятие s-неприводимого отображения. Класс этих отображений содержит класс замкнутых, неприводимых отображений. Усилены некоторые известные результаты о замкнутых неприводимых отображениях на s-неприводимые отображения. С помощью полученных результатов установлена слабая соабсолютность [1] степеней некоторых известных пространств.

Все отображения, встречающиеся в этой заметке, предполагаются непрерывными, а пространства вполне регулярными и удовлетворяющими аксиому T_0.

Определение [2], [3, стр. 364]. Точка $y \in Y$ называется точкой замкнутости отображения $f: X \to Y$, если для произвольной окрестности U множества $f^{-1}y$ существует такая окрестность V точки y, что $f^{-1}V \subseteq U$. Множество всех точек замкнутости отображения $f: X \to Y$ обозначается через $C(f)$.

Для отображения $f: X \to Y$ положим $P(f) = \{y \in Y : y \in C(f)$ и $f^{-1}y$ бикомпакт$\}$ [4].

Определение 1. Отображение $f: X \to Y$ назовем s-неприводимым (s'-неприводимым), если $f^{\#} U \cap C(f) \neq \varnothing$ (соответственно, $f^{\#} U \cap P(f) \neq \varnothing$) для любого открытого в X множества U, где $f^{\#} U = \{y \in Y : f^{-1}y \subseteq U\}$—малый образ U.

Ясно, что каждое s'-неприводимое отображение является s-неприводимым.

Приведем несколько примеров s-неприводимых, не замкнутых отображений:

1) пусть E неметризуемый «еж» (см. напр. [5, пр. 141]), а E_1 метризуемый «еж» [5, пр. 140]; тогда тождественное отображение $i_E : E \to E_1$ s'-неприводимо;

2) пусть X_1 пространство Немыцкого [5, пр. 82], а Y_1 то же множество в евклидовой топологии; ясно, что тождественное отображение $i_{X_1} : X_1 \to Y_1$ является s'-неприводимым;

3) пусть (R, τ) —пространство действительных чисел в евклидовой топологии и P—множество иррациональных чисел; введем на множестве R топологию τ_1, базисом которой является система $\tau \cup \{x : x \in P\}$. (R, τ_1) паракомпактное, не локально бикомпактное пространство [5, пр. 71].

Для каждого рационального числа $x \in R$ выберем какую-нибудь последовательность $\{x_i\}_{i=\overline{1,\infty}}$ иррациональных чисел, которая сходится к x в евклидовой топологии. Введем на R топологию τ_2 следующим образом: каждая иррациональная точка объявляется открытой, а для рациональной точки x базу образуют множества вида $U_n(x) = \{x\} \cup \{x_i\}_{i=n}^{\infty}$. Пространство

(R, τ_2) удовлетворяет аксиому T_2, локально бикомпактно и имеет первую аксиому счетности.

Имеют место следующие предложения:

1) если $f: X \to Y$ s-неприводимо, то $C(f) \cap f\overline{U} = \overline{f^{\#}U} \cap C(f)$ для любого открытого в X множества U, где U—замыкание множества U в X;

2) если $f: X \to Y$ s-неприводимо, то $\pi\omega X = \pi\omega Y$, $s(X) = s(Y)$ и $c(X) = c(Y)$, где $\pi\omega X$ — π—вес, $s(X)$—плотность, а $c(X)$—число Суслина пространства X (см., напр. [6]);

3) если $f: X \to Y$ s—неприводимо и X пространство Бэра (см., напр. [7]), то и Y является пространством Бэра;

4) произвольное s-неприводимое отображение полуоткрыто [8] (т. е. образ любого открытого множества содержит открытое множество);

5) пусть пространство X допускает s-неприводимое отображение на некоторое метризуемое пространство Y; если некоторое бикомпактное расширение bX пространства X диадично, то X, а также bX и Y имеют счетную базу.

Определение [9]. Отображение $f: X \to Y$ называется сильно неприводимым, если образ fF любого собственного замкутого множества $F \subseteq X$ не является всюду плотным в Y.

Теорема 1. *Отображение $f: X \to Y$ s-неприводимо (s'-неприводимо) тогда и только тогда, когда оно сильно неприводимо и $C(f)$ (соответственно, $P(f)$) всюду плотно в Y.*

Теорема 2. *Пусть $f: X \to Y$ s-неприводимое отображение, где X пространства Бэра и Мура. Тогда существует такое всюду плотное в X G_δ—множество X', что сужение $f|_{X'}: X' \to fX'$ гомеоморфизм (ср. с [2] и [10]).*

Теорема 3. *Пусть дано отображение $f: X \xrightarrow{\text{«на»}} Y$, где X—пространство Мура, а Y—пространство Бэра. Тогда следующие условия эквивалентны: 1) $f: X \to Y$—s-неприводимое отображение; 2) $f: X \to Y$ s'-неприводимое отображение; 3) $f^{-1}A$, где $A = \{y \in C(f) : |f^{-1}y| = 1\}$, всюду плотно в X.*

Аартс показал, что замкнутые, неприводимые отображения сохраняют всюду плотные, полные в смысле Чеха подпространства. Аналогичный результат для p-пространств [11] получил В. Мишкин [12]. Имеют место более сильные

Теорема 4. *Пусть $f: X \to Y$—s-неприводимое отображение, где X является расширением полного в смысле Чеха пространства. Тогда Y является расширением полного в смысле Чеха пространства.*

Теорема 5. *Пусть $f: X \to Y$ s-неприводимое отображение, где X является расширением Бэровского p-пространства. Тогда Y является расширением p-пространства.*

Теорема 6. *Произведение $f = \prod\limits_{\alpha \in A} f_\alpha : \prod\limits_{\alpha \in A} X_\alpha \to \prod\limits_{\alpha \in A} Y_\alpha$ s'-неприводимо тогда и только тогда, когда s'-неприводимо каждое отображение $f_\alpha : X_\alpha \to Y_\alpha$.*

Пусть E—неметризуемый «еж». Рассмотрим на плоскости счетное число прямых $\{l_i\}_{i=\overline{1,\infty}}$, проходящих через начало координат. Выберем на каждой прямой l_i множество l_i^Q (l_i^P), гомеоморфное пространству рациональных чисел (соответственно, иррациональных чисел) в евклидовой топологии. Пусть

$$E_Q = \bigcup_{i=1}^{\infty} l_i^Q \cup \{O\} \; (E_p = \bigcup_{i=1}^{\infty} l_i^P \cup \{O\}$$

подпространство пространства E, где O начало координат. Тогда из предложения 5 и теоремы 6 получаем

Следствие 1. Пространства E_Q^α и E_P^α не имеют диадических бикомпактных расширений, где $1 \leqslant \alpha \leqslant \aleph_0$.

Теорема 7. *Если $f: X \to Y$ — s-неприводимое отображение, то $\beta f: \beta X \to \beta Y$ и $\widetilde{f}_\beta: \widetilde{X}_\beta \to Y$ являются неприводимыми отображениями, где βf продолжение отображения f на стоун-чеховские расширения βX и βY, а $\widetilde{f}_\beta$ максимальное бикомпактное расширение отображения $f: X \to Y$.*

Теорема 8. *Если $f: X \to Y$ — s-неприводимое (s'-неприводимое) отображение, то пространство X (пространство X^α для произвольного кардинального числа α) имеет расширение соабсолютное пространству Y (соответственно, пространству Y^α).*

Ясно, что пространства E и E_1, X_1 и Y_1, (R, τ_1) и (R, τ_2) не соабсолютны, но как следует из теоремы 8, имеет место следующее

Следствие 2. Пространство E^α (соответственно, X_1^α, $(R, \tau_1)^\alpha$) для произвольного кардинального числа α, имеет расширение соабсолютное пространству E_1^α (соответственно, Y_1^α, $(R, \tau_2)^\alpha$).

Теорема 9. *Если $f: X \to Y$ — s-неприводимое (s'-неприводимое) отображение, то пространства X и Y (соответственно, X^α и Y^α для произвольного кардинального числа α) слабо соабсолютны.*

Следствие 3. Пространства E^α и E_1^α, X_1^α и Y_1^α, $(R, \tau_1)^\alpha$ и $(R, \tau_2)^\alpha$ слабо соабсолютны, где α произвольное кардинальное число.

Теорема 10. *Пусть $f: X \to Y$ — полуоткрытое, локально совершенное, монотонное (т. е. $f^{-1}y$ бикомпактно и связно для каждого $y \in Y$). неприводимое отображение финально компактного пространства X на пространство Бэра Y. Тогда $f: X \to Y$ s'-неприводимо.*

Теорема 11. *Пусть $f: X \to Y$ приводимое* [13], *полуоткрытое уплотнение наследственно финально компактного пространства X на пространство Бэра Y. Тогда $f: X \to Y$ s'-неприводимо.*

Пусть $Y = AUB$, где $A = \left\{1 - \frac{1}{n},\ n = \overline{1, \infty}\right\}$ и $B = [1, 2]$. Y рассматривается, как подпространство прямой в евклидовой топологии. Пусть X — топологическая сумма подпространств A и B пространства Y. Тождественное отображение $i_X: X \to Y$ является локально совершенным и полуоткрытым. Ясно, что пространства X и Y не соабсолютны, но X^α и Y^α слабо соабсолютны для произвольного кардинального числа α.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 24.11.1988)

მათემატიკა

რ. ორმოცაძე

s-დაუყვანადი ასახვები

რეზიუმე

შემოტანილია s-დაუყვანადი ასახვის ცნება. ამ ასახვათა კლასი შეიცავს ჩაკეტილ, დაუყვანად ასახვათა კლასს. ზოგიერთი ცნობილი შედეგი ჩაკეტილ, დაუყვანად ასახვებზე გაძლიერებულია s-დაუყვანად ასახვებზე. მიღებული შედეგების საშუალებით დადგენილია ზოგიერთი ცნობილი სივრცის ხარისხების სუსტად თანააბსოლუტობა [1].

MATHEMATICS

R. N. ORMOTSADZE

S-IRREDUCIBLE MAPPINGS

Summary

The notion of a s-irreducible mapping is introduced. The class of this mappings contains the class of closed, irreducible mappings. Some known results about closed, irreducible mappings is strengthened on s-irreducible mappings. Using the obtained results a weak coabsoluteness (1) of powers of some well-known spaces is ascertained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Пономарев, Л. Б. Шапиро. УМН, т. 31, № 5, 1976, 121—136.
2. И. А. Вайнштейн. Ученые записки МГУ, 155, 3—53.
3. R. Engelking. General Topology, Warszawa, 1977.
4. Р. Н. Ормоцадзе. Сообщения АН ГССР, 128, № 3, 1987, 497—499.
5. L. A. Steen, J. A. Seebach. Jr. Counterexamples in Topology, Springer-Verlag, New York, 1978.
6. А. В. Архангельский, В. И. Пономарев. Основы общей топологии в задачах и упражнениях. М., 1974.
7. R. C. Haworth, R. A. Mccoy. Dissertationes Math., 116, 1977, 1—77.
8. А. И. Полак. Ученые записки МГУ, 30, 1939, кн. 3, 165—178.
9. В. В. Мишкин, И. М. Тарасова. Материалы 10 научн. конф. мол. ученых и спец. Кемеров. ун-та, 1984, 9—14.
10. V. Mishkin. Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. Sci. Math. Astronom. Phys., 23, № 3, 1975, 281—284.
11. А. В. Архангельский. Матем. сб., 67, 1965, 55—85.
12. V. Mishkin. Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. Sci. Math. Astronom. Phys., 23, № 4, 1975, 425—429.
13. Р. Н. Ормоцадзе. Сообщения АН ГССР, 125, № 2, 1987, 241—244.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 519,21

МАТЕМАТИКА

И. А. МЕЛАМЕД

АСИМПТОТИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ НЕКОТОРЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ ОЦЕНОК В СХЕМЕ ОЦЕНИВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПО ВЫБОРКЕ СЛУЧАЙНОГО ОБЪЕМА

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 16.11.1988)

Пусть ν_p—случайная величина (с. в.) с $E\nu_p=1/p$, $p\in(0, 1)$, принимающая натуральные значения, причем $\lim\limits_{p\to 0} P\{p\nu_p<x\}=A(x)$, где $A(x)$—функция распределения (ф. р.) с $A(+0)=0$.

Пусть $x_1,\ldots, x_n,\ldots$—независимые одинаково распределенные (н. о. р.) с. в., независимые от ν_p и имеющие распределение P_θ, где $\theta\in\Theta\subset R^1$—неизвестный параметр. Рассмотрим задачу оценивания θ по выборке $x_1\ldots, x_{\nu_p}$. Справедлива следующая

Теорема 1. *Пусть с. в. $x_1,\ldots, x_n,\ldots, \nu_p$ удовлетворяют приведенным выше условиям, а оценка $\tilde\theta_p=\tilde\theta_p(x_1,\ldots, x_{\nu_p})$ при каждом фиксированном значении $\nu_p=n$ совпадает с $\tilde\theta_n=\tilde\theta_n(x_1, \ldots, x_n)$. Если (i) $\lim\limits_{n\to\infty} E_\theta\,\tilde\theta_n=\theta$ (символ E_θ обозначает математическое ожидание, отвечающее мере P_θ), то*

$$\lim_{p\to 0} E_\theta\,\tilde\theta_p=\theta. \tag{1}$$

Если (ii) $\tilde\theta_n\xrightarrow{P}\theta$ при $n\to\infty$ (символ $\xrightarrow{p}$ означает сходимость по вероятности), то

$$\tilde\theta_p\xrightarrow{P}\theta \text{ при } p\to 0. \tag{2}$$

Если (iii) с. в. $\sqrt{n}(\tilde\theta_n-\theta)$ асимптотически нормальна $N(0,\sigma^2)$, $0<\sigma^2<\infty$, то во всех точках непрерывности предельной ф. р,

$$\lim_{p\to 0} P_\theta\left\{\frac{1}{\sigma\sqrt{p}}(\tilde\theta_p-\theta)<x\right\}=F(x), \tag{3}$$

где F—ф. р. с характеристической функцией

$$\varphi(t)=\int_0^\infty \exp\left\{-\frac{t^2}{2x}\right\}dA(x); \tag{4}$$

в то же время для любого множества положительных чисел u_p таких, что $\lim\limits_{p\to 0} u_p=\infty$,

$$(p^{1/2}u_p)^{-1}(\tilde\theta_p-\theta)\xrightarrow{P}0 \text{ при } p\to 0. \tag{5}$$

Если (iv) $\lim\limits_{n\to\infty} E_\theta [\sqrt{n}\,(\widetilde{\theta}_n-\theta)]^2=\sigma^2$, *то*

$$E_\theta\,(\widetilde{\theta}_p-\theta)^2=O\left(E\left(\frac{1}{\nu_p}\right)\right). \tag{6}$$

Следствие 1. Пусть с. в. $x_1,\dots, x_n,\dots, \nu_p$ те же, что в теореме 1, и пусть выполнено условие (*iii*). Тогда предельное распределение (3)—(4) будет нормальным $N(0, 1/c)$ при некотором $c>0$ тогда и только тогда, когда ф. р. A вырождена в точке c.

Примеры.

1) Биномиальное распределение со сдвигом: $P\{\nu_n=k+1\}=\binom{n}{k}\alpha^k(1-\alpha)^{n-k}$, $k=0, 1,\dots, n$, $0<\alpha<1$. В этом случае $p=1/(n\alpha+1)$, ф. р. A вырождена в точке 1, $F(x)=\Phi(x)$ ф. р. нормального закона $N(0, 1)$, а $E(1/(\nu_n)=0\left(\frac{1}{n}\right)$ при $n\to\infty$.

2) Распределение Пуассона со сдвигом: $P\{\nu_\lambda=k+1\}(\lambda^k/k!)e^{-\lambda}$, $k=0, 1,\dots, \lambda>0$. В этом случае ф. р. A вырождена в точке 1, $F(x)=\Phi(x)$, а $E(1/\nu_\lambda)=0\,(1/\lambda)$ при $\lambda\to\infty$.

3) Последовательность с. в. $\{\nu_{p,m}\}_{m=1}^{\infty}$ ($\nu_{p,1}$— с. в., имеющая геометрическое распределение) с $P\{\nu_{p,m}+1=km\}=\left[\left(\prod\limits_{j=0}^{k-1}\left(\frac{1}{m}+j\right)\right)\Big/k!\right]p^{1/m}$ $(1-p)^k$ при $k=1, 2,\dots$ и $=p^{1/m}$ при $k=0$, $0<p<1$. В этом случае $E\nu_{p,m}=1/p$, $m=1, 2,\dots$, A—функция гамма-распределения с параметрами $(1/m, 1/m)$ при $m=2, 3,\dots$ и ф. р. показательного закона с плотностью e^{-x}, $x>0$, при $m=1$; F имеет плотность $f_m(x)=2^{1/m}\cdot m^{1/2}\,B(1/m;\,1/2)\,(2+mx^2)^{-(m+2)/(2m)}$ (здесь и ниже $B(\cdot,\cdot)$—бета-функция), $m=1, 2,\dots$ с бесконечной дисперсией (в частности, $f_1(x)=(2+x^2)^{-3/2}$); $E(1/\nu_{p,m})=0(p\ln(1/p))$, если $m=1$ и $=0\,(p^{1/m})$, если $m=2, 3,\dots$ (при $p\to 0$).

4) Распределение Паскаля со сдвигом: $P\{\nu_{\alpha,m}=k+1\}=\binom{m+k-1}{k}\alpha^m(1-\alpha)^k$, $k=0, 1, 2,\dots$, $m=1, 2,\dots$, $0<\alpha<1$. В этом случае $p=\alpha/(m-(m-1)\alpha)$, A—функция гамма-распределения с параметрами (m, m), $m=1, 2,\dots$, F—ф. р. с плотностью $f_m(x)=2^m\,B(m;\,1/2)\,(2m+x^2)^{-(2m+1)/2}$, имеющей $2m-1$ первых моментов, $m=1, 2,\dots$, $E(1/\nu_{\alpha,m})=O(\alpha\ln(1/\alpha))$, если $m=1$ и $=O(\alpha)$, если $m=2, 3,\dots$ (при $\alpha\to 0$).

5) Распределение Пойа со сдвигом: $P\{\nu_{\lambda,\beta}=k+1\}=(1+\beta\lambda)^{-1/\beta}$ при $k=0$ и $=(\lambda/(1+\beta\lambda))^k\left[\prod\limits_{j=0}^{k-1}(1+j\beta)/k!\right](1+\beta\lambda)^{-1/\beta}$ при $k=1, 2,\dots$ ($\lambda>0$, $\beta>0$). В этом случае $p=1/(\lambda+1)$; A—функция гамма-распределения с параметрами $(1/\beta, 1/\beta)$; F—ф. р. с плотностью $f_\beta(x)=2^{1/\beta}\cdot\beta^{1/2}\,B(1/\beta;\,1/2)$ $(2+\beta x^2)^{-(\beta+2)/(2\beta)}$, имеющей $[2/\beta]$ первых моментов при $0<\beta<1$ и с бесконечной дисперсией при $\beta\geqslant 1$; $E(1/\nu_{\lambda,\beta})=O(1/\lambda)$ при $0<\beta<1$, $=O\left(\frac{1}{\lambda}\ln\lambda\right)$ при $\beta=1$ и $=O(\lambda^{-1/\beta})$ при $\beta>1$ (когда $\lambda\to\infty$).

Приведем несколько оценок, для которых при определенных условиях выполнены соотношения (1)—(6). Мы будем рассматривать только квадратичную функцию потерь и ниже оговаривать это не будем.

Назовем $\widehat{\theta}_{p,\pi}=\widehat{\theta}_{p,\pi}(x_1,\ldots,x_{\nu_p})$ ν_p—байесовской оценкой θ относительно априорного распределения $\pi(\theta)$, если $\widehat{\theta}_{p,\pi}$ минимизирует априорный риск в классе оценок, построенных по выборке $x_1,\ldots,x_{\nu_p}$.

Теорема 2. *Пусть с. в. $x_1,\ldots,x_n,\ldots,\nu_p$ те же, что в теореме 1 и выполнены условия* I—IV *из* [1] *и, кроме того, $\pi(\theta)$—плотность распределения на Θ. Тогда для $\widehat{\theta}_{p,\pi}$ справедливы соотношения* (2)—(6).

Пусть T_p—класс инвариантных оценок $\widehat{\theta}_p=\widehat{\theta}_p(x_1,\ldots,x_{\nu_p})$ параметра сдвига θ таких, что $\widehat{\theta}_p(x_1+c,\ldots,x_{\nu_p}+c)=\widehat{\theta}_p(x_1,\ldots,x_{\nu_p})+c$, $c\in R^1$.

Теорема 3. *Пусть с. в. $x_1,\ldots,x_n,\ldots,\nu_p$ те же, что в теореме 1. Пусть выполнены условия* 1, *из* [1] *и, кроме того, $f(x;\theta)=f(x-\theta)$, μ — мера Лебега на R^1, плотность $f(x)$ абсолютно непрерывна, $\int\limits_{R^1} x^2 f(x)\,dx<\infty$, $J_1=-f'(x)/f(x)\in L_f^2$. Тогда в классе T_p существует оптимальная оценка $\widehat{\theta}_p$ с конечным риском. Эта оценка—несмещенная и для нее справедливы соотношения* (2)—(6).

Обозначим V_p класс инвариантных оценок $\widetilde{\sigma}_p=\widetilde{\sigma}_p(x_1,\ldots,x_{\nu_p})$ параметра масштаба σ таких, что $\widetilde{\sigma}_p(ax_1,\ldots,ax_{\nu_p})=a\widetilde{\sigma}_p(x_1,\ldots,x_{\nu_p})$, $a>0$, и пусть $\mathbf{P}_\infty$—замыкание всех полиномов от одной переменной в пространстве L_f^2.

Теорема 4. *Пусть с. в. $x_1,x_2,\ldots,\nu_p$ те же, что в теореме* 1. *Пусть выполнены условия* 1 *из* [1], *причем μ—мера Лебега на R^1, $\Theta=R_+^1$, $f(x;\sigma)=\dfrac{1}{\sigma}f\left(\dfrac{x}{\sigma}\right)$, $\sigma>0$, плотность $f(x)$ абсолютно непрерывна и $\int\limits_{R^1} x^2 f(x)\,dx<\infty$. Тогда в классе V_p существует оптимальная оценка $\widehat{\sigma}_p$ с конечным риском и $\lim\limits_{p\to 0}\widehat{\sigma}_p=\sigma$. Если, кроме того, $J_2=-(1+xf'(x)/f(x))\in\mathbf{P}_\infty$ и*

$$\int\limits_{R^1} x^j f(x)\,dx<\infty,\quad j=1,2,\ldots,\tag{7}$$

то $\widehat{\sigma}_p$ обладает свойствами (2)—(6).

Рассмотрим теперь класс T_p^* эквивариантных оценок $\widetilde{\theta}_p(x_1,\ldots,x_{\nu_p})$ параметра сдвига θ при мешающем параметре масштаба σ таких, что $\widetilde{\theta}_p(ax_1+b,\ldots,ax_{\nu_p}+b)=a\widetilde{\theta}_p(x_1,\ldots,x_{\nu_p})+b$, $a\in R_+^1$, $b\in R^1$.

Теорема 5. *Пусть с. в. ν_p та же, что и в теореме* 1, *а $x_1,\ldots,x_n,\ldots$—н. о. р. с. в. с плотностью $\dfrac{1}{\sigma}f\left(\dfrac{x-\theta}{\sigma}\right)$ относительно меры Лебега, независимые от ν_p. Пусть $f(x)$ абсолютно непрерывна и $\int\limits_{R^1} x^2 f(x)\,dx<\infty$. Тогда в классе T_p^* существует оптимальная оценка θ_p^**

с конечным риском, для которой $\lim\limits_{p\to 0} E_{\theta,\sigma}\,\theta_p^*=\theta$. *Если, кроме того,* $J_1\in \mathbf{P}_\infty$, $J_2\in \mathbf{P}_\infty$ *и выполнено* (7), *то* θ_p^* *обладает свойствами* (2)—(6).

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

(Поступило 17.11.1988)

მათემატიკა

ი. მელამედი

ზოგიერთი სტატისტიკური შეფასების ასიმპტოტური ყოფაქცევა პარამეტრის შეფასების შემთხვევითი მოცულობის ამოკრეფის სქემაში

რეზიუმე

შესწავლილია ალბათური განაწილების პარამეტრების სტატისტიკურ შეფასებათა ასიმპტოტური თვისებები, რომლებიც აგებულია შემთხვევითი ν_p მოცულობის ამოკრეფის საშუალებით. მოცემულ სქემაში გამოკვლეულია, თუ რა შემთხვევაშია შეფასების ზღვრული განაწილება ნორმალური. რამდენიმე კონკრეტული ν_p-სთვის მიღებულია შეფასებათა ზღვრული განაწილების ცხადი სახე და მითითებულია შეფასებათა მაგალითები, რომელთათვისაც ჭეშმარიტია ამ ნაშრომში მიღებული ზოგადი შედეგები.

MATHEMATICS

J. A. MELAMED

ASYMPTOTIC BEHAVIOUR OF SOME STATISTICAL ESTIMATORS IN THE SET-UP OF PARAMETER ESTIMATION ON THE BASE OF A RANDOM VOLUME SAMPLE

Summary

Asymptotic properties of estimators for parameters of probability distributions, which are constructed on the base of a sample with a random volume ν_p, are studied in the paper. It is found when the limit distribution of the estimator in this set-up is normal. For several specific ν'_ps an explicit form of limit distributions of estimators has been obtained and the decrease rate of estimators' risk is found. The examples of estimators are given for which the general result stated in the present paper is valid.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. А. Ибрагимов, Р. З. Хасьминский. Теория вероятн. и ее примен., т. 17, № 3, 1972, 469—486.
2. И. А. Ибрагимов, Р. З. Хасьминский. Теория вероятн. и ее примен., т. 18, № 1, 1973, 78—93.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 513.83

МАТЕМАТИКА

Б. А. ПАСЫНКОВ, Е. В. САННИКОВА

О ПРОЕКЦИОННЫХ СПЕКТРАХ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 15.11.1988)

Ниже под пространством понимается топологическое пространство, под отображением пространств — непрерывное отображение. Частично упорядоченное множество K будет автоматически рассматриваться как топологическое пространство с базой из всевозможных множеств вида $\{y \in K : y \geqslant x\}$, $x \in K$.

В теории проекционных спектров давно и широко использовались (рассматриваемые первоначально в теории гомологий) покрытия из канонических ($\equiv$регулярных) замкнутых множеств. Эти покрытия хороши тем, что соответствующие им проекционные спектры транзитивны. Г. С. Чогошвили обратил внимание первого из авторов на использование в теории гомологий разбиений ($\equiv$ дизъюнктных покрытий), которые также гарантируют тразитивность соответствующих проекционных спектров.

1. (Эта часть статьи написана Б. А. Псынковым). Оказалась возможным выделить некую общую ситуацию, в качестве подслучаев содержащую случаи спектров, соответствующих каноническим покрытиям и разбиениям.

Пусть дано пространство $X \neq \varnothing$ и направленное множество индексов **A**. Пусть в соответствие каждому $\alpha \in A$ поставлено плотное в X множество X_α и (состоящее из непустых множеств) его разбиение ω_α, являющееся консервативной в X системой. При этом, если $\alpha, \beta \in A$ и $\beta > \alpha$, то a) $X_\beta \subset X_\alpha$, b) $\omega_\beta > \omega_\alpha$ (т. е. ω_β вписано в ω_α), c) $G \subset [U\{H \in \omega_\beta : H \in G\}]_X$ для любого $G \in \omega_\alpha$.

По системе $\Omega = \{\omega_\alpha : \alpha \in A\}$ следующим образом строится проекционный спектр $S(\Omega)$. Для $\alpha \in A$ через K_α (соответственно, $K_\alpha f$) обозначим множество всех (соответственно, всех конечных) подсистем системы $[\omega_\alpha] = \{[G] : G \in \omega_\alpha\}$ с непустым пересечением. Для t и t' из K_α считаем $t < t'$, если $t \supset t'$. Очевидно, так частично упорядоченное множество K_α является T_0-пространством. Пусть $\beta > \alpha$. Для $t \in K_\beta$ через $\pi_{\beta\alpha} t$ обозначим множество всех тех элементов разбиения ω_α, в которых содержится хотя бы один элемент системы t. Очевидно, $\pi_{\beta\alpha} t \in K_\alpha$ (и $\pi_{\beta\alpha} t \in K_\alpha f$ при $t \in K_\beta f$). Полученное отображение $\pi_{\beta\alpha} : K_\beta \to K_\alpha$ (будем называть его проекцией) непрерывно. При $\gamma > \beta > \alpha$ имеет место условие транзитивности $\pi_{\gamma\alpha} = \pi_{\beta\alpha} \cdot \pi_{\gamma\beta}$. Обратный спектр $\{K_\alpha, \pi_{\beta\alpha};\ \alpha \in A\}$, соответственно $\{K_\alpha f, \pi_{\beta\alpha};\ \alpha \in A\}$ и есть спектр $S(\Omega)$, соответственно $Sf(\Omega)$.

Интересны следующие частные случаи указанной конструкции.

1. Спектр $f(X)$ Чогошвили [1]. Это случай, когда **A** состоит из всевозможных конечных разбиений α пространства X; $\beta > \alpha$, если β вписано в α, и $\omega_\alpha = \alpha$, $X_\alpha = X$ для любого $\alpha \in A$.

2. Спектр $fr(X)$ Куроша. В этом случае $\mathbf{A}$ состоит из всевозможных конечных, дизъюнктных и открытых в X систем α, плотных в X (т. е. $[U\alpha]=X$); $\beta>\alpha$, если β вписано в α; $\omega_\alpha=\alpha$ и $X_\alpha=U_\alpha$ для любого $\alpha\in A$.

3. Спектр $lfr(X)$ Пономарева строится как спектр Куроша с заменой конечности систем α на их локальную конечность (в X).

4. Спектр $lf(X)$ (соответственно, $clf(X)$) получается заменой в построении спектра Чогошвили конечных разбиений α на локально конечные (соответственно, локально конечные и счетные).

5. Пусть X' есть всюду плотное в X множество и пусть $\mathbf{A}$ состоит из всевозможных: а) соответственно, конечных, локально конечных в X, локально конечных в X и счетных разбиений α множества X'; б) соответственно, конечных, локально конечных в X, локально конечных в X и счетных дизъюнктных открытых в X' и плотных в X' систем α.

При этом: $\beta>\alpha$, если β вписано в α; $X_\alpha=X'$ в случае а), $X_\alpha=U_\alpha$ в случае б) и $\omega_\alpha=\alpha$ для любого α. Для получающейся системы $\Omega=\{\omega_\alpha:\alpha\in A\}$ спектр $S(\Omega)$ будем обозначать, соответственно, через а) $f(X, X')$, $lf(X, X')$, $clf(X, X')$, б) $fr(X, X')$, $lfr(X, X')$, $clfr(X, X')$.

Естественно возникающие (и обычные для теории проекционных спектров) вопросы таковы: 1) как связаны нижние пределы спектров из пунктов 1, 4, 5 с исходным пространством? В частности, 2) когда X будет нижним пределом этих спектров? Вообще, 3) какие требования надо положить на систему Ω и (или) пространство X, чтобы оно было нижним пределом спектра $S(\Omega)$?

II. (Результаты этой части статьи принадлежат Е. В. Санниковой). Всюду ниже X есть T_1-пространство.

Теорема 1. *Нижний предел спектра $f(X)$ Чогошвили совпадает с волмэновской бикомпактификацией ωX.*

Следствие 1. Пространство X есть нижний предел спектра $f(X)$ Чогошвили тогда и только тогда, когда X есть бикомпатное пространство.

Теорема 1 вытекает из приводимой ниже теоремы 2. Пусть (в обозначениях части 1) $F(\Omega)$ есть система замыканий всех элементов всех разбиений ω_α. Пусть $\omega_\Omega X$ есть множество всех максимальных центрированных систем элементов множества $F(\Omega)$, снабженное волмэновской топологией. В ней $\omega_\Omega X$ есть бикомпактное T_1-пространство.

Теорема 2. *Если* (1) *система $F(\Omega)$ конечно аддитивна, то нижний предел спектра $S(\Omega)$ совпадает с $\omega_\Omega X$. Если, дополнительно,* (2) *для любой точки x и любой ее окрестности O существует $\alpha\in A$ такое, что $X\setminus U\{[A]: A\in\omega_\alpha,\ [A]\not\ni x\}\subset Ox$, то X естественно вкладывается в полный предел спектра $S(\Omega)$. Наконец, если кроме условий* (1) *и* (2) *выполняется условие:* 3) *система $\{\bigcap\{[A_{\alpha_i}]: A_{\alpha_i}\in\omega_{\alpha_i},\ \alpha_i\in A,\ i=1, \ldots, s\}$ есть сеть пространства X, то X естественным образом плотно вкладывается в нижний предел спектра $S(\Omega)$.*

Из теоремы 2 вытекает также результат В. И. Зайцева [2] о том, что нижний предел спектра $fr(X)$ есть пространство Волмэна—Пономарева $\omega_\varkappa X$.

Замечание. Рассмотрение локально конечных и консервативных разбиений приводит к результатам, аналогичным приведенным в части II.

Московский государственный университет

(Поступило 24.11.1988)

მათემატიკა

ბ. პასინკოვი, ე. სანიკოვა

პროექციული სპექტრების შესახებ

რეზიუმე

განხილულია ტრანზიტული პროექციული T_0-სივრცეებისაგან შემდგარ სპექტრთა ზოგიერთი კლასი. ნაჩვენებია, რომ ყოველი ბიკომპაქტი წარმოადგენს ქვედა ზღვარს იმ სპექტრისა, რომელიც ეთანადება ამ ბიკომპაქტის ყველა სასრულ დიზიუნქციური დაფარვების სისტემას.

MATHEMATICS

B. A. PASYNKOV, E. V. SANNIKOVA

ON PROJECTIVE SPECTRA

Summary

Some classes of transitive projective (consisting of T_0-spaces) spectra are considered. It turns out that every bicompactum is the lower limit of the spectrum corresponding to the system of all finite disjunctive coverings of the bicompactum.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. С. Чогошвили. Изв. АН СССР, сер. матем., 15, 1951, 421—438.
2. В. И. Зайцев. Труды Моск. матем. о-ва, 27, 1972, 129—193.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 531.36+622.235

МЕХАНИКА

Н. Г. ХОМАСУРИДЗЕ, З. Ш. СИРАДЗЕ, Т. Ш. ЭЛИЗБАРАШВИЛИ
В. Д. ЛОРТКИПАНИДЗЕ, Б. П. ЛОБЖАНИДЗЕ

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ДЛЯ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕНИЙ В ТВЕРДОЙ СРЕДЕ ПРИ ВЗРЫВНОМ РАСКАЛЫВАНИИ ЕЕ В ЗАДАННОМ НАПРАВЛЕНИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Гегелия 5.8.1988)

Создание направленной трещины в твердой среде необходимо при решении ряда инженерных задач, в частности, при контурном взрывании, подготовке блоков из естественных декоративных камней и т. п.

Существуют различные методы регулирования энергии взрыва, способствующие этому процессу.

Как показали эксперименты, наиболее эффективным из них для подготовки блоков является способ, заключающийся в размещении между стенками зарядной камеры и зарядом ВВ промежуточной среды в виде специального устройства, концентрирующего напряжения в заданном направлении. Концентратор напряжения состоит из двух металлических полуцилиндров с центральными продольными пазами для размещения заряда ВВ. При размещении указанного устройства в шпуре плоскость соприкосновения составных частей концентратора напряжений совпадает с плоскостью желаемого раскола среды [1].

При взрыве заряда ВВ металлические полуцилиндры разъединяются и начинают перемещаться перпендикулярно плоскости соприкосновения составных частей устройства, обусловливая тем самым в данном направлении существенное увеличение напряжений на стенки шпура. Представляет интерес аналитическое исследование напряжений взрыва при заданном расколе среды с помощью концентратора напряжений.

Исходя из вышеизложенного, можно воспользоваться граничной задачей статической плоской теории упругости [2, 3], как моделью рассматриваемой механической задачи. С этой целью необходимо решить системы дифференциальных уравнений

$$\frac{\partial K}{\partial r}-\frac{\partial B}{r\partial\Theta}=0,$$

$$\frac{\partial K}{r\partial\Theta}+\frac{\partial B}{\partial r}=0, \tag{1}$$

$$\frac{\partial (ru)}{\partial r}+\frac{\partial v}{\partial\theta}=\frac{r}{\lambda+2\mu}K,$$

$$\frac{\partial (rv)}{\partial r} - \frac{\partial u}{\partial \Theta} = \frac{r}{\mu} B.$$

в области $\overline{D}=\{r_0\leqslant r<+\infty,\ 0\leqslant\Theta\leqslant\pi\}$, с условиями на границе

$$v=0,\ \tau_{r\theta}=0 \text{ при } \Theta=0 \text{ и } \Theta=\pi,$$

$$\sigma_r=-p_1-p_2\cos 2\Theta,\ \tau_{r\theta}=q\sin 2\Theta \text{ при } r=r_0, \tag{2}$$

где $p_1>0$, $p_2>0$, $q>0$, причем напряжения и смещения на бесконечности должны обращаться в нуль.

В (1) и (2) u, v,—компоненты вектора смещения вдоль радиальной и окружной координат; σ_r, σ_θ, $\tau_{r\theta}$— компоненты тензора напряжения $\lambda=\frac{\nu E}{(1-2\nu)(1+\nu)}$, $\mu=\frac{E}{2(1+\nu)}$ — постоянные Ламе, а E и ν, соответственно— модуль упругости и коэффициент Пуассона.

Легко показать, что решение данной граничной задачи имеет вид

$$\sigma_r=-p_1\left(\frac{r_0}{r}\right)^2-\frac{2(1+\nu_0)(p_2+q)}{2+\nu_0}\left(\frac{r_0}{r}\right)^2\cos 2\Theta+$$

$$+\frac{2(1+\nu_0)q+\nu_0 p_2}{2+\nu_0}\left(\frac{r_0}{r}\right)^4\cos 2\Theta, \tag{3}$$

$$\sigma_\theta=p_1\left(\frac{r_0}{r}\right)^2-\frac{2(1+\nu_0)q+\nu_0 p_2}{2+\nu_0}\left(\frac{r_0}{r}\right)^4\cos 2\Theta,$$

$$\tau_{r\theta}=-\frac{\nu_0(p_2+q)}{2+\nu_0}\left(\frac{r_0}{r}\right)^2\sin 2\Theta+\left(\frac{2(1+\nu_0)q+\nu_0 p_2}{2+\nu_0}\left(\frac{r_0}{r}\right)^4\sin 2\Theta,\right.$$

где $\nu_0=\frac{\nu}{1-\nu}$.

Из (3) следует, что максимальное растягивающее напряжение на контуре

$$\sigma_{\theta,\max}=p_1+\frac{2(1+\nu_0)q+\nu_0 p_2}{2+\nu} \text{ имеем при } \Theta=\frac{\pi}{2},$$

а минимальное значение

$$\sigma_{\theta\cdot\min}=p_1-\frac{2(1+\nu_0)q+\nu_0 p_2}{2+\nu_0} \text{ при } \Theta=0.$$

Как следует из этих формул, напряженное состояние раскалываемой среды существенно зависит от значения касательных напряжений и коэффициента Пуассона.

Рассмотрим, для определенности, два случая: $\nu_0=0{,}1$ и $\nu_0=0{,}5$ при следующих значениях q: 0, p_2 и $2p_2$ и когда $p_1=2p_2$.

В первом случае, когда $\nu_0=0{,}1$, имеем

$$\sigma_{\theta,\max}\approx 2{,}05\,p_2,\ \sigma_{\theta,\min}\approx 1{,}95\,p_2,\ q=0,$$

$$\sigma_{\theta,\max}\approx 3{,}1\,p_2,\ \sigma_{\theta,\min}\approx 0{,}9\,p_2,\ q=p_2,$$

$$\sigma_{\theta,\max}\approx 4{,}1\,p_2,\ \sigma_{\theta,\min}\approx -0{,}1\,p_2,\ q=2\,p_2.$$

А во втором случае, когда $\nu_0=0{,}5$, будем иметь

$$\sigma_{\theta,\max}\approx 2{,}2\,p_2,\ \sigma_{\theta,\min}\approx 1{,}8\,p_2,\ q=0,$$

$$\sigma_{\theta,\max}\approx 3{,}4\,p_2,\ \sigma_{\theta,\min}\approx 0{,}6\,p_2,\ q=p_2,$$

$$\sigma_{\theta,\max}\approx 4{,}6\,p_2,\ \sigma_{\theta,\min}\approx -0{,}6\,p_2,\ q=2\,p_2.$$

Таким образом, увеличение касательных напряжений и коэффициента Пуассона вызывает значительный рост максимальных растягивающих напряжений σ_θ на контуре, обусловливающих создание трещины в заданном направлении.

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

Академия наук Грузинской ССР
Институт горной механики им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило 17.11.1988)

მექანიკა

ნ. ხომასურიძე, ზ. სირაძე, ტ. ელიზბარაშვილი, ვ. ლორთქიფანიძე, ბ. ლობჟანიძე

მოცემული მიმართულებით მყარი გარემოს აფეთქებით გაპობისას მასში წარმოქმნილი დაძაბულობების გათვლის თეორიული საფუძვლების შემუშავების საკითხისათვის

რეზიუმე

დრეკადობის თეორიის მეთოდებით გამოკვლეულია ფეთქებადი ნივთიერების აფეთქებისას გარემოს დაძაბული მდგომარეობა, როდესაც მუხტსა და შპურის კედლებს შორის მოთავსებულია ლითონის სპეციალური მოწყობილობა — დაძაბულობის კონცენტრატორი. მიღებულია შესაბამისი სასაზღვრო ამოცანის ზუსტი ამოხსნა. ჩატარებულია ამოხსნის თვისობრივი ანალიზი.

MECHANICS

N. G. KHOMASURIDZE, Z. Sh. SIRADZE, T. Sh. ELIZBARASHVILI, V. D. LORTKIPANIDZE, B. P. LOBZHANIDZE

DEVELOPMENT OF THE THEORETICAL BASIS FOR CALCULATION OF THE RIGID MEDIUM TENSION UNDER ITS EXPLOSIVE SPLITTING IN A GIVEN DIRECTION

Summary

Methods of the theory of elasticity have been used to study the stressed state of a medium at blasting of an explosive when a special device metallic stress concentrator is placed between the charge and the side wall of the blast-hole. The exact solution of the corresponding boundary-value problem has been obtained. The qualitative analysis of the above-mentioned solution is given.

ᲚᲘᲢᲔᲠᲐᲢᲣᲠᲐ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Беришвили, В. Д. Лорткипанидзе, Т. Ш. Элизбарашвили, Б. П. Лобжанидзе. Сб. «Механика и разрушение горных пород». Тбилиси. 1985, 6—15.
2. В. О. Новицкий. Теория упругости. М., 1975.
3. Н. Г. Хомасуридзе. Труды Всес. совещания-семинара «Теория и численные методы расчета пластин и оболочек». т. 2. Тбилиси, 1984, 346—366.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 517.9

МЕХАНИКА

М. С. ДЖИБУТИ, М. И. ЕПРЕМИДЗЕ, В. П. КОВАЛЕНКО

ПОСТРОЕНИЕ СРЕДСТВАМИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ НЕЛИНЕЙНЫХ ВОЛНОВЫХ ПОЛЕЙ В АКУСТИЧЕСКОМ РЕЗОНАТОРЕ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ИСТОЧНИКАМИ МАССЫ И ПОТОКАМИ ЭНТРОПИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 24.6.1988)

В нелинейных задачах механики сплошной среды с распределенными источниками массы и потоками энтропии для системы гиперболических уравнений

$$\frac{\partial u}{\partial t}+A(x,\ t,\ u)\frac{\partial u}{\partial x}=B(x,\ t,\ u),\quad x\in[0,\ 1],\quad t\in[t_0,\ t_1],$$

с вектором начальных данных $u^0=\{u_1(x,\ t_0),\ldots,\ u_n(x,\ t_0)\}$ возникает необходимость построения в пространстве переменных $(x,\ t,\ u)\subseteq R^{n+2}$ двумерной интегральной поверхности $u=u(x,\ t)$. При этом предполагается, что матрица $A(x,\ t,\ u)$ и вектор $B=\{b_1(x,\ t,\ u),\ldots,\ b_n(x,\ t,\ u)\}$ имеют непрерывные частные производные по всем аргументам в области $D=\{(x,t,u):$ $:x\in[0,\ 1],\ t\in[t_0,\ t_1],\ \|u\|\leqslant U\}$.

Неособенным преобразованием [1] исходные уравнения приводятся к характеристической форме

$$l_\alpha^k(x,\ t,\ u)\left[\frac{\partial u_\alpha}{\partial t}+\lambda_k(x,\ t,\ u)\frac{\partial u_\alpha}{\partial x}\right]=l_\alpha^k(x,\ t,\ u)\,b_\alpha(x,\ t,\ u),\ k=1,\ldots,\ n. \qquad (1)$$

Дифференцирование в (1) производится вдоль характеристик

$$dx_k/dt=\lambda_k(x_k,\ t,\ u),\quad k=1,\ldots,\ n,$$

а левые собственные векторы $l^k(x,\ t,\ u)$ матрицы A удовлетворяют уравнению $l^k(A-\lambda_k E)=0$ и условию нормировки $\|l^k\|=1,\ k=1,\ldots,\ n$.

В общем случае уравнения (1) не имеют инвариантов. Однако, включая в число неизвестных также производные решения $u\ (x,t)$, можно привести расширенную таким образом [2] систему уравнений к инвариантам.

Пусть $\partial u_\alpha/\partial t=q_\alpha,\ \partial u_\alpha/\partial x=p_\alpha$, тогда система (1) переписывается в виде:

$$l_\alpha^k(q_\alpha+\lambda_k p_\alpha)=l_\alpha^k b_\alpha,\quad k=1,\ldots,\ n. \qquad (2)$$

После дифференцирования каждого уравнения по $t,\ x$ полученные уравнения могут быть представлены в следующем виде:

$$l_\alpha^k\left(\frac{\partial q_\alpha}{\partial t}+\lambda_k\frac{\partial q_\alpha}{\partial x}\right)=\overline{F}_k(x,\ t,\ u,\ q,\ p), \qquad (3)$$

$$l_\alpha^k\left(\frac{\partial p_\alpha}{\partial t}+\lambda_k\frac{\partial p_\alpha}{\partial x}\right)=\overline{\Phi}_k(x,\ t,\ u,\ q,\ p),$$

где $\overline{\Phi}_k(x,\ t,\ u,\ q,\ p)=l_\alpha^k\dfrac{\partial b_\alpha}{\partial x}+b_\alpha\dfrac{\partial l_\alpha^k}{\partial x}+\left(l_\alpha^k\dfrac{\partial b_\alpha}{\partial u_\beta}+b_\alpha\dfrac{\partial l_\alpha^k}{\partial u_\beta}\right)p_\beta-$

$$-(q_\alpha+\lambda_k p_\alpha)\left(\frac{\partial l_\alpha^k}{\partial x}+\frac{\partial l_\alpha^k}{\partial u_\beta}p_\beta\right)-l_\alpha^k\left(\frac{\partial\lambda_k}{\partial x}+\frac{\partial\lambda_k}{\partial u_\beta}p_\beta\right)p_\alpha,\quad k=1,\ldots,\ n.$$

Аналогичную форму имеет $\overline{F}_k(x,\ t,\ u,\ q,\ p)$. Если ввести новую переменную $\mathbf{P}_k=l_\alpha^k p_\alpha$, то из (3) получается

$$\frac{\partial \mathbf{P}_k}{\partial t} + \lambda_k \frac{\partial \mathbf{P}_k}{\partial x} = \Phi_k \equiv \overline{\Phi}_k + p_\alpha \left[\frac{\partial l^k_\alpha}{\partial t} + \lambda_k \frac{\partial l^k_\alpha}{\partial x} + (q_\beta + \lambda_k p_\beta) \frac{\partial l^k_\alpha}{\partial u_\beta} \right], \qquad (4)$$

Из (2) с учетом $p_k = (l^k_\alpha)^{-1} \mathbf{P}_\alpha$ можно определить

$$q_k = b_k - (l^k_\alpha)^{-1} \lambda_\alpha \mathbf{P}_\alpha, \quad k = 1, \ldots, n,$$

где $(l^k_\alpha)^{-1}$ — элементы матрицы, обратной $[l^k_\alpha]$; здесь k—номер строки, α—номер столбца. А затем p, q исключаются из (4).

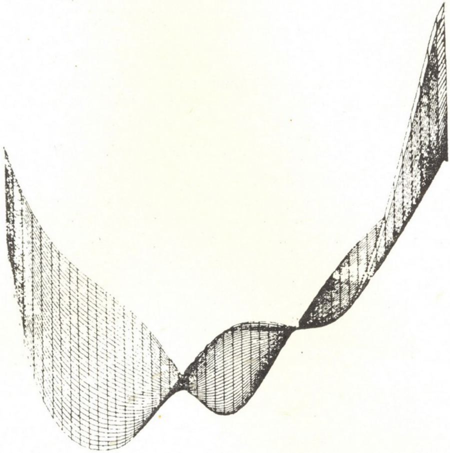


Рис. 1

Таким образом, решение задачи Коши для системы гиперболических уравнений сводится к интегрированию вдоль характеристик $dx_k/dt = \lambda_k(x_k,\ t,\ u(x_k,\ t))$ уравнений в инвариантах;

$$\begin{aligned} \frac{du_k}{dt} &= q_k(x_k,\ t,\ u(x_k,\ t),\ \ \mathbf{P}(x_k,\ t)), \\ \frac{d\mathbf{P}_k}{dt} &= \Phi_k(x_k,\ t,\ u(x_k,\ t),\ \ \mathbf{P}(x_k,\ t)), \quad k = 1, \ldots, n, \quad x_k \in [0,\ 1[, \quad t > t_0 \end{aligned} \qquad (5)$$

с начальными условиями $u_k(x_k,\ t_0) = u^0_k$, $\mathbf{P}_k(x_k,\ t_0) = \mathbf{P}^0_k$.

В результате строятся решения вида

$$u^{(i+1)}_k(x_k,\ t) = u^0_k + \int_{t_0}^{t} q_k(x^{(i)}_k,\ t',\ u^{(i)}(x_k,\ t'),\ \mathbf{P}^{(i)}(x_k,\ t'))\, dt',$$

$$\mathbf{P}^{(i+1)}_k(x_k,\ t) = \mathbf{P}^0_k + \int_{t_0}^{t} \Phi_k(x^{(i)}_k,\ t',\ u^{(i)}(x_k,\ t'),\ \mathbf{P}^{(i)}(x_k,\ t'))\, dt'. \qquad (6)$$

Последовательности $\{u^{(i)}_k(x_k,\ t)\}$, $\{\mathbf{P}^{(i)}_k(x_k,\ t)\}$ равномерно сходятся к непрерывным функциям $u_k(x_k\ t)$ и $\mathbf{P}_k(x_k,\ t)$ соответственно в области $\overline{D} \subseteq D$ [1].

Решения (6) используются для построения нелинейных волновых полей, возбуждаемых в полости резонатора газодинамической струей

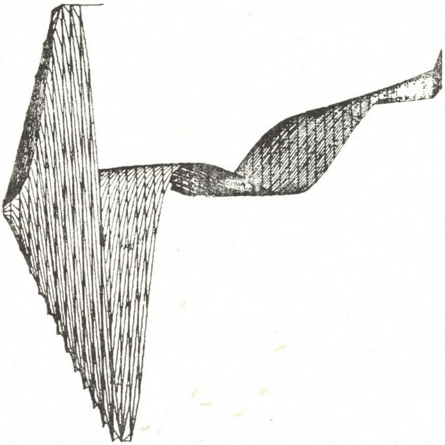


Рис. 2

с распределенными непрерывными источниками массы и потоками энтропии, описываемых уравнениями сохранения:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} (\rho W) = M(\rho, W, H),$$

$$\rho \left(\frac{\partial W}{\partial t} + W \frac{\partial W}{\partial x}\right) = -\frac{\partial p}{\partial x} - WM(\rho, W, H),$$

$$\rho \left(\frac{\partial H}{\partial t} + W \frac{\partial H}{\partial x}\right) = \frac{\partial p}{\partial t} - HM(\rho, W, H) + Q(\rho, W, H).$$

Здесь ρ, W, H—плотность, скорость и полная энтальпия газового потока; M, Q—некоторые функции, определяющие производительность источников массы и тепла; $t \in [t_0, t_1]$ — время; x — аксиальное расстояние в полости резонатора от входного участка, на концах интервала $x \in [0, 1]$ допускается контактная граница с требованием непрерывности ρ и W. Уравнение состояния принимается в виде $p = p\ (\rho, (H - W^2/2))$

Эти уравнения приводятся к характеристической форме (1) и записываются в инвариантах (5). Некоторые решения (6), описывающие поля плотности в полной энтальпии, в резонаторе изображены на рис. 1, 2 в виде аксонометрических проекций интегральной поверхности, которые построены с помощью графических программ [3]. Указанные проекции строятся с помощью следующей подпрограммы:

```
SUBROUTINE GRAF
COMMON XGR(50), YGR(50), UGR1(35,50), AM(200), AR(200)
CALL PAGE (30., 30., '01', 2, 0)&CALL INIT
CALL ISOMET&CALL TDROT (1, —35)&CALL TDROT 3, —90)
```

```
CALL TDLIM (XGR, YGR, UGR1, 35, 50, 1, 35, 1, 50, S)
CALL REGION (2., 2., 20., 20., 01', 2, 0)
CALL THREED (XGR,YGR,UGR 1,35,50,1,35,1,50,0,100,AM,AR)
CALL ENDPG (01)&RETURN
END
```

Здесь двумерный массив $UGR1$ значений функции $u(t,x)$ и массивы аргументов XGR, YGR (для значений переменных x и t соответственно) формируются отдельной программой и передаются в подпрограмму через блок $COMMON$; AM, AR — рабочие массивы для хранения границ экрана проецирования и видимого участка сечения интегральной поверхности; S — коэффициент, равный отношению сторон прямоугольной области значений функции на картинной плоскости.

Построение требуемой проекции интегральной поверхности средствами компьютерной графики, позволяет исследовать нелинейный характер решений исходной системы гиперболических уравнений.

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

(Поступило 30.9.1988)

მექანიკა

მ. ჯიბუტი, მ. ეფრემიძე, ვ. კოვალენკო

მასის განაწილებული წყაროებისა და ენტროპიის ნაკადის მქონე აკუსტიკურ რეზონატორში არაწრფივი ტალღური ველების აგება კომპიუტერული გრაფიკის საშუალებებით

რეზიუმე

მოყვანილია კოშის ამოცანის მიახლოებითი ამოხსნა ჰიპერბოლურ განტოლებათა ერთი სისტემისათვის. იგი მიიღება რეზონატორის ღრუში მასის განაწილებული წყაროებისა და ენტროპიის ნაკადის მქონე გაზოდინამიური ჭავლით აღძრული არაწრფივი ტალღური პროცესის აღწერისას. აგებულია ამოხსნის შესაბამისი ინტეგრალური ზედაპირის აქსონომეტრიული პროექცია პარალელურ კვეთათა მეთოდის და კომპიუტერული გრაფიკის გამოყენებით.

MECHANICS

M. S. JIBUTI, M. I. EPREMIDZE, V. P. KOVALENKO

CONSTRUCTION OF THE NONLINEAR WAVE SPACES IN THE ACOUSTIC RESONATOR WITH THE DISTRIBUTED MASS SOURCES AND ENTROPY FLOWS BY MEANS OF COMPUTER GRAPHICS

Summary

An approximate solution of the Cauchy problem for a system of hyperbolic equations is given. This system is obtained by describing the nonlinear wave process excited by the gas dynamic jet with distributed mass sources and entropy flows in the resonator cavity. Axonometric projection of the integral surface of the solution is constructed by the method of parallel sections and computer graphics.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. Л. Рождественский, Н. Н. Яненко. Системы квазилинейных уравнений. М., 1968.
2. R. Courant, P. Lax. Communs Pure and Appl. Math., v. 2, 1949, 255—273.
3. Ю. М. Баяковский, В. А. Галактионов, Т. Н. Михайлова. Графор. М., 1985.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 62—50

КИБЕРНЕТИКА

А. Г. ГАБЕЛАЯ

ОДИН ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ СТАБИЛИЗАЦИИ ЛИНЕЙНЫХ АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ С НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 24.5.1988)

Рассмотрим задачу стабилизации линейных автономных систем с неполной информацией (см. [1])

$$\dot{x}=Ax+Bu, \tag{1}$$

$$y=Hx, \tag{2}$$

где $x\in R^n$, $u\in R^m$, $y\in R^l$, $(m<n;\ l<n)$—соответственно вектора состояния, управления и наблюдения системы; A, B, H—постоянные матрицы соответствующих размерностей, в классе управлений по выходу

$$u=Cy=CHx. \tag{3}$$

Здесь C — постоянная $m\times l$-матрица.

Будем считать, что для системы (1)—(2) выполнено необходимое условие стабилизируемости [2]

$$\begin{cases} \operatorname{rank}\ (A-sE,\ B)=n, \\ \forall s,\ \operatorname{Re} s\geqslant 0 \\ \operatorname{rank}\ (A^T-sE,\ H^T)=n, \\ \forall s,\ \operatorname{Re} s\geqslant 0 \end{cases} \tag{4}$$

Без ограничения общности будем считать, что матрица H имеет вид

$$H=(H_1,\ H_2),$$

где H_1—неособенная $l\times l$-матрица $(|H_1|\neq 0)$.

Неособым линейным преобразованием

$$z=Lx, \tag{5}$$

где

$$L=\begin{pmatrix} H_1 & H_2 \\ O & E_{n-l} \end{pmatrix},$$

$(|L|=|H_1|=0)$, систему можно привести к виду (см. [2])

$$\dot{z}=\widetilde{A}z+\widetilde{B}u, \tag{6}$$

$$y=z_1,$$

где $z^T=(z_1,\ z_2)$

$$\widetilde{A}=LAL^{-1}, \tag{7}$$

$$\widetilde{B}=LB. \tag{8}$$

Таким образом, задача сводится к задаче стабилизации неполным вектором состояния z_1, точнее исходная задача стабилизации сводится к следующей задаче:

Найти управление вида

$$u = Cz_1,$$

стабилизирующее систему (6), т. е. такое, чтобы положение равновесия системы

$$\dot{z} = \widetilde{A}z + \widetilde{B}Cz_1, \tag{9}$$

было асимптотически устойчивым (см. [2])

Заметим, что систему (9) можно записать в виде

$$\dot{z} = [\widetilde{A} + \widetilde{B}(C, O)]z. \tag{10}$$

Будем сейчас искать стабилизирующее управление системы (6) в виде

$$u = Cz_1 + C_0 z_2 = \widetilde{C}z, \tag{11}$$

где $\widetilde{C} = (C, C_0)$.

Т. е. будем решать задачу стабилизации системы с полной информацией (6), в классе управлений вида (11).

Тогда очевидно, что стабилизируемость исходной системы с неполной информацией (1)—(2) в классе управления вида (3), эквивалентна стабилизируемости системы с полной информацией (6) в классе управлений вида (11), при условии что $C_0 = 0$.

Представим сейчас матрицу $\widetilde{C} = (C, C_0)$ в векторном виде

$$\vec{\widetilde{c}} = (c_1, c_2, \ldots, c_{mn}),$$

где $c_1, c_2, \ldots, c_{ml}$ соответствует элементам подматрицы C, а $c_{ml+1}, \ldots, c_{mn}$ соответствуют элементам подматрицы C_0. Тогда характеристический полином замкнутой системы будет иметь вид

$$|sE - \widetilde{A} - \widetilde{B}\widetilde{C}| = s^n + \beta_1(\vec{\widetilde{c}})\, s^{n-1} + \cdots + \beta_n(\vec{\widetilde{c}}),$$

где $\beta_i(\vec{\widetilde{c}})$, $i = 1, 2, \ldots, n$ представляют собой полиномы от переменных $c_1, c_2, \ldots, c_{mn}$. Тогда условие Льенара—Шипара [3] асимптотической устойчивости замкнутой системы представляют собой систему неравенств вида

$$p_i(c_1, \ldots, c_{mn}) > 0; \; i = 1, 2, \ldots, n, \tag{12}$$

где p_i будут также полиномами от $c_1, \ldots, c_{mn}$.

Следуя методу «многомерного результата» (см. [4]), заменим систему (12) (за счет дополнения переменных $t_1, \ldots, t_n$) эквивалентной системой однородных уравнений относительно $n(m+1)$ переменных

$$f_i = t_i^2\, p_i(c_1, \ldots, c_{mn}) - 1 = 0; \; i = 1, 2, \ldots, n$$

Рассмотрим сейчас следующую задачу минимизации

$$F = \sum_{i=1}^{ml} c_i^2 + M \sum_{i=ml+1}^{mn} c_i^2 + \sum_{i=1}^{n} t_i^2 \to \min, \tag{13}$$

где $M > 0$—достаточно большое число, при условии

$$\begin{cases} t_1^2\, p_1(c_1, \ldots, c_{mn}) - 1 = 0, \\ t_n^2\, p_n(c_1, \ldots, c_{mn}) - 1 = 0. \end{cases} \tag{14}$$

Тогда имеет место следующая

Теорема 1. *Для стабилизирумеости системы с полной информацией (1)—(2) в классе управлений вида (3) необходимо и достаточно, чтобы задача (13)—(14) имела решение удовлетворяющее условиям*

$$c_i^* = 0; \; i = ml+1, \ldots, mn.$$

При этом такое решение задачи (13)—(14) определяет коэффициенты стабилизирующей обратной связи $c_1^*, \ldots, c_{ml}^*$ (т. е. элементы матрицы C).

Замечание 1. Заметим, что совместимость системы ограничений (14) следует из условия (4), т. е. разрешимости задачи стабилизации для системы (1) в случае полной информации [5] (в случае, когда H — невырожденная $n \times n$-матрица). С другой стороны, существование решения задачи (13)—(14) сводится к совместимости системы (14) (см. [4]).

Таким образом, при выполнении условий (4) существование решения задачи (13)—(14) гарантировано, так что решая задачу минимизации (13)—(14), мы можем не только ответить на вопрос о стабилизируемости системы (1)—(2) в классе управлений вида (3), но и найти стабилизирующее решение (в случае стабилизируемости системы).

С другой стороны, если система с полной информацией нестабилизируема, решая задачу (13)—(14) мы получим коэффициенты обратной связи (т. е. матрицу $\widetilde{C}^*$), которая будет стабилизировать систему с полной информацией (6), получаемую из системы (1) неособым линейным преобразованием (5), т. е. $\widetilde{C}^*$ будет удовлетворять условию

$$\widetilde{A}+\widetilde{B}\widetilde{C}^*=\widetilde{P},$$

где $\widetilde{P}$—некоторая гурвицева матрица. Тогда согласно (7) и (8) будем иметь

$$LAL^{-1}+LB\widetilde{C}^*=\widetilde{P},$$

откуда

$$A+B\widetilde{C}^*L=L^{-1}\widetilde{P}L.$$

Так как $L^{-1}\widetilde{P}L$ также будет гурвицевой матрицей [3], из последнего соотношения легко заключить, что управление вида

$$u=\widetilde{C}^*Lx, \tag{15}$$

будет стабилизировать систему с полной информацией (1).

Таким образом, решая задачу минимизации (13)—(14) мы в худшем случае (если система с неполной информацией (1)—(2) нестабилизируема!) получаем решение, стабилизирующее систему с полной информацией (1).

Далее, т. к. матрица Якоби системы ограничений задачи (13)—(14)

$\dfrac{\partial (f_1, \ldots, f_n)}{\partial (t_1, \ldots, t_n)}$ является невырожденной

$$\left|\frac{\partial (f_1, \ldots, f_n)}{\partial (t_1, \ldots, t_n)}\right| = \prod_{i=1}^{n} 2\, t_i\, p_i \neq 0,$$

то для решения задачи (13)—(14) можно применить метод множителей Лагранжа (см. [4])

Введя функцию Лагранжа в виде

$$L=\sum_{i=1}^{ml} c_i^2+M\cdot\sum_{i=ml+1}^{mn} c_i^2+\sum_{i=1}^{n}\left[t_i^2+\lambda_i\,(t_i^2\, p_i-1)\right],$$

аналогично результатам работы [4] получаем следующее утверждение.

Теорема 2. *Система с неполной информацией (1)—(2) стабилизируема в классе управления вида (3) тогда и только тогда, когда система уравнений*

$$
\begin{cases}
2c_i - \sum\limits_{i=1}^{n} t_i^4 \dfrac{\partial p_i}{\partial c_j} = 0; \; j=1, 2, \ldots, ml, \\
2\,Mc_j - \sum\limits_{i=1}^{n} t_i^4 \dfrac{\partial p_i}{\partial c_j} = 0; \; j=ml+1, \ldots, mn, \\
t_i^2 p_i - 1 = 0; \; i=1, \ldots, n,
\end{cases}
$$

имеет действительное решение удовлетворяющее условиям

$$c_i = 0; \; i = ml+1, \ldots, mn.$$

Притом, любое такое решение системы (16) будет определять коэффициенты стабилизирующей обратной связи $c_1, c_2, \ldots, c_{ml}$.

Замечание 2. Согласно вышеизложенному, система (16) всегда будет иметь действительное решение и в случае нестабилизируемости системы (1)—(2) решая (16) мы получаем по крайней мере управление вида (15), стабилизирующее систему с полной информацией (1).

Замечание 3. Конечно, для решения задачи (13)—(14) не обязательно пользоваться методами множителей Лагранжа, можно использовать различные численные методы оптимизации.

Институт управления народным
хозяйством при ГКНТ ГССР

(Поступило 26.5.1988)

კიბერნეტიკა

ა. გაბელაია

წრფივი ავტონომიური სისტემების სტაბილიზაციის ერთი ხერხი არასრული ინფორმაციის შემთხვევაში

რეზიუმე

წრფივი ავტონომიური სისტემის სტაბილიზაციის ამოცანა არასრული ინფორმაციის შემთხვევაში მიყვანილია მათემატიკური დაპროგრამების ამოცანაზე. თუ სისტემა არასტაბილიზებადია, მოცემული ამოცანის ამონახსნი განსაზღვრავს ამოსავალი სისტემის მასტაბილიზებელ უკუკავშირს მდგომარეობის შესახებ სრული ინფორმაციის შემთხვევაში.

CYBERNETICS

A. G. GABELAYA

ONE APPROACH TO THE STABILITY PROBLEM OF LINEAR AUTONOMOUS SYSTEMS WITH INCOMPLETE INFORMATION

Summary

The stability problem of linear autonomous systems with incomplete information is reduced to such a problem of mathematical programming that, in case of nonstabilazability, its solution determines the control to stabilize the system with complete information.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. И. Гальперин, Е. И. Дергачева. Автоматика и телемеханика, № 8, 1968.
2. А. Г. Габелая, В. И. Иваненко, О. Н. Одарич. Сб. «Адаптирование системы автоматического управления». Киев, 1974.
3. Ф. Р. Гантмахер. Теория матриц. М., 1967.
4. B. D. O. Anderson *et al*. IEEE Trans. Automat. Contr., 20, № 1, 1975.
5. А. Г. Габелая, В. И. Иваненко, О. Н. Одарич. Кибернетика, № 3, 1975.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲘᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 518.5

КИБЕРНЕТИКА

Е. А. БЛАГИДЗЕ, Р. Э. ГУСЕЙНОВ, Л. Э. КУБАНЕЙШВИЛИ,
Н. И. МАРКОЗАШВИЛИ, Э. Н. ЦИГРИАШВИЛИ

О ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫЧИСЛЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ ПРОИЗВОДНЫХ ФУНКЦИЙ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 27.6.1988)

Для вычисления на компьютере значений производных функций нескольких переменных Р. Калаба и А. Тишлер предложили метод [1], дающий возможность получать точные значения производных без накопления дополнительной погрешности, в силу чего расчет ведется в рамках только машинной погрешности, зависящей от типа компьютера.

Основное отличие подхода [1] от подходов, применяемых в процедурах символьного дифференцирования (см. например, [2]), заключается в том, что процедуры символьного дифференцирования, получив на вход аналитическое выражение функции, на выходе дают аналитическое выражение ее производных, в то время как на выходе метода [1] мы получаем числа — точные значения производных исходной функции в заданной точке. А поскольку при вычислениях в задачах прикладной математики нас, как правило, интересуют именно значения производных, то выгоды такого подхода очевидны. Достаточно заметить, что при использовании процедур символьного дифференцирования требуется дополнительный этап ручного ввода пользователем полученных формул в свою программу.

Коротко опишем возможную реализацию подхода [1]. Пусть дана функция нескольких переменных, для определенности, скажем, трех. Поставим ей в соответствие двадцатикомпонентный вектор по следующим правилам:

— первая компонента содержит значение функции;

— следующие три компоненты заполняются значениями первых производных;

— далее шесть компонент занимают значения вторых производных;

— наконец, последние десять компонент занимают значения третьих производных.

Точно такие же двадцатикомпонентные векторы поставим в соответствие каждой арифметической операции, каждому операнду и каждой элементарной функции, входящей в формулу, дающую аналитический вид функции. Например, векторы, соответствующие переменным x_1 и x_2, имеют вид

$$(x_1,\ 1,\ 0,\ 0, \ldots,\ 0),$$

$$(x_2,\ 0,\ 1,\ 0, \ldots,\ 0),$$

а для операции перемножения этих переменных имеем

$$(x_1 \cdot x_2,\ x_2,\ x_1,\ 0,\ 0,\ 1,\ 0, \ldots,\ 0).$$

Подчеркнем, что в этих векторах под x_1 и x_2 понимаются их числовые значения в конкретных точках. Эти векторы получаются в соответствующих подпрограммах по специальному алгоритму. Например, векторы, соответствующие переменным x_1, x_2, получаются в подпрограмме с именем *LiN,* а вектор, соответствующий произведению, — в подпрограмме *MULT*. Таким образом, для данной функции пользователь должен написать программу, в которой вызываются эти подпрограммы в порядке, определяемом их приоритетом в формуле.

Поясним скаазнное для функции

$$F\,(x_1,\ x_2,\ x_3)=(2+x_3^2)^{1/2}/x_2.$$

Порядок выполнения арифметических операций будет следующим:

$$x_3\cdot x_3\to 2+x_3^2\to(2+x_3^2)^{1/2}\to(2+x_3^2)^{1/2}/x_2,$$

и в точно таком же порядке следует написать вызовы подпрограмм на псевдоязыке:

$$LIN\ (x_1,\ x_2,\ x_3);\ MULT\ (x_3\cdot x_3);\ CONST\ (2);$$

$$ADD\ (2+x_3^2);\ STP\ ((2+x_3^2)^{1/2});\ DIV\ ((2+x_3^2)^{1/2}/x_2),$$

где в скобках изображена первая компонента двадцатикомпонентного вектора. Результат содержится на выходе подпрограммы *DiV*.

Чтобы избавить пользователя от утомительной работы по составлению подобной программы (особенно в случае, когда функция имеет весьма сложный и громоздкий вид, а значит, и нет гарантии, что пользователь не ошибется [3]), нами разработан пакет фортранных программ, который генерирует правильную последовательность вызовов в виде отдельной фортранной подпрограммы, записываемой на внешний носитель. Эта подпрограмма далее транслируется вместе с остальными программами пользователя, и, таким образом, этап ручного ввода алгоритма для вычисления производных заменяется автоматическим вводом.

Реализация этой идеи основана на том факте, что дифференцирование функции происходит в соответствии с приоритетом арифметических операций, который может быть изменен скобками, входящими в формулу, дающую аналитический вид функции. С другой стороны, как известно [4], на аналогичных соображениях базируется польская запись арифметических выражений. Следовательно, порядок вычисления производных исходной функции совпадает с порядком следования операций в польской записи.

Так, например, для нашей функции обратная польская запись будет иметь вид

$$2\ x_3\ x_3\times+\sqrt{\ }\ x_2/,$$

а порядок вычисления производных, т. е. порядок вызова подпрограмм, следующий:

$$LIN,\ MULT,\ CONST,\ ADD,\ STP,\ DIV.$$

Пакет для автоматического вычисления значений производных состоит из трех основных частей:

— интерпретатора, переводящего входное выражение в обратную польскую запись;

— генератора текста подпрограммы, управляющей процессом вычисления производных;

— совокупности подпрограмм, осуществляющих вычисления производных для каждой арифметической операции и каждой элементарной функции.

Для функции из нашего примера пакет генерирует следующую управляющую подпрограмму:

```
SUBROUTINE CALLS (N, K, X, D1),
REAL X (12), A1 (100), A2 (100)
REAL D1 (100), D2 (100), D3 (100),
CALL LIN (1, X (1), A1),
CALL LIN (2, X (2), A2),
CALL CONST (K,·5, D1),
CALL CONST (K, 2·, D2),
CALL STP (A1 (1), D2, D2),
CALL CONST (K, 2·, D3),
CALL ADD (K, D3, D2, D2),
CALL STP (D2 (1), D1, D1),
CALL DIV (N, K, D1, A2, D1),
RETURN,
END.
```

В заключение отметим, что пакет программ апробирован на компьютере типа СМ-4 при решении задачи Коши методом разложения в ряд Тейлора и при реализации различных оптимизационных методов, использующих производные. Полное описание пакета программ вместе с примерами конкретного применения предполагается опубликовать в трудах ИВМ АН ГССР.

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

(Поступило 24.6.1988)

კიბერნეტიკა

ე. ბლაგიძე, რ. გუსეინოვი, ლ. ყუბანეიშვილი, ნ. მარკოზაშვილი, ე. ციგრიაშვილი

რამდენიმე ცვლადის ფუნქციის წარმოებულების მნიშვნელობების ავტომატური გამოთვლის პროგრამული რეალიზაციის შესახებ

რეზიუმე

აღწერილია წარმოებულების ავტომატური გამოთვლის პროგრამათა პაკეტი, რომელიც შექმნილია რ. კალაბასა და ა. ტიშლერის ცხრილური მეთოდის საფუძველზე. პაკეტმა გაიარა აპრობაცია ეგმ CM-4-ზე. კოშის ამოცანის ამოხსნის ტეილორის მწკრივად დაშლის მეთოდით და სხვადასხვა ოპტიმიზაციის ალგორითმების გამოყენებისას.

CYBERNETICS

E. A. BLAGIDZE, R. E. GUSSEINOV, L. E. KUBANEISHVILI,
N. I. MARKOZASHVILI, E. N. TSIGRIASHVILI

SOFTWARE PACKAGE CARRYING OUT AUTOMATIC CALCULATIONS OF DERIVATIVES

Summary

Software package based on the table method of R. Kalaba and A. Tishler, carrying out automatic calculations of derivatives is described. The package is approved on SM-4 type computer when solving the Cauchy problem by Taylor expansion and realizing some optimization problems.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. Kalaba, A. Tishler. Dept. of Economics Working Paper 8212. Univ. o Southern California, 1982.
2. Дж. Ортега, У. Пул. Введение в численные методы решения дифференциальных уравнений. М., 1986.
3. Дж. Дэннис, Р. Шнабель. Численные методы безусловной оптимизации и решения нелинейных уравнений. М., 1988.
4. Д. Грис. Конструктирование компиляторов для цифровых вычислительных машин. М., 1975.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 622.7(075.8)

КИБЕРНЕТИКА

Д. И. БАШАЛЕИШВИЛИ

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ НЕЛИНЕЙНЫХ УМЕНЬШАЮЩИХ И УКРУПНЯЮЩИХ СИСТЕМ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 7.9.1988)

При описании уменьшающих и укрупняющих систем можно применить ряды или полиномы Вольтерра [1], составленные из зависящих от параметра x регулярных однородных функционалов. Такой ряд или полином задает нелинейный оператор, действующий из пространства плотностей распределения на входе системы $\{f(y)\}$ в пространство выходных плотностей распределения $\{\varphi(x)\}$, причем размеры частиц входного и выходного потоков соответственно y и x принадлежат замкнутому интервалу $[0, a]$, где $a>0$.

В общем случае математическая модель нелинейной неоднородной уменьшающей системы имеет вид (см. выражение (Б.2) в [2])

$$\varphi(x)=B[f(y),\ x\leqslant y\leqslant a],\ \varphi(a)=0,\ 0\leqslant x\leqslant a, \tag{1}$$

где B — нелинейный оператор.

Будем считать, что при любом фиксированном $x\in[0, a]$ правая часть выражения (1) является непрерывным функционалом в пространстве $C[0, a]$. В силу теоремы Фреше [1] выражению (1) можно придать вид

$$\varphi(x)=\sum_{i=1}^{\infty}\Phi_i[f(y),\ x],\ \varphi(a)=0,\ 0\leqslant x\leqslant a, \tag{2}$$

где $\Phi_0[f(y),\ x]=W_0(x)$ — некоторая непрерывная функция, не зависящая от $f(y)$, причем $W_0(a)=0$, а

$$\Phi_i[f(y), x]=\int_x^a\ldots\int_x^a W_i(x-y_1,\ldots, x-y_i, y_1,\ldots y_i) f(y_1)\ldots, f(y_i)dy_1\ldots dy_i. \tag{3}$$

является регулярным однородным функционалом (при фиксированном x) степени i. В силу того что функция $\varphi(x)$ является плотностью распределения, должно выполняться условие

$$\sum_{i=1}^{\infty} c_i=1, \tag{4}$$

где

$$c_i=\int_0^a\Phi_i[f(y), x]\,dx,\ i=0, 1, 2,\ldots \tag{5}$$

При изучении линейной уменьшающей системы было установлено [2], что функция уменьшения $W_1(x-y_1,\ y_1)$ удовлетворяет условиям

$$W_1(x-y_1, y_1)\geqslant 0,\ \int_0^{y_1}W_1(x-y_1, y_1)\,dx=1,\ \forall y_1>0. \tag{6}$$

Следовательно, $c_1=1$ для любой плотности распределения $f(y)$ и выражение (4), в силу того что $c_i\geqslant 0$, не может выполняться в случае нелинейной системы.

Таким образом, непосредственное применение представления Фреше в виде выражения (2) к нелинейной уменьшающей системе неудобно и с физической точки зрения не оправдано. Требуется его модификация, для осуществления которой нужная информация лежит в самом представлении Фреше. Оно является суммой функционалов. Следовательно, нелинейная уменьшающая система является параллельным соединением линейной и нелинейных подсистем. Отсюда заключаем, что входной поток частиц делится на подпотоки (см. § 5 главы I в [3]), т. е. суммарная масса частиц входного потока, условно равная единице, представляется в виде

$$1=\sum_{i=0}^{\infty} p_i,$$

где p_i—масса всех частиц i-го подпотока.

Таким образом, нелинейная неоднородная уменьшающая система (назовем ее аналитической [1]) представляется математической моделью

$$\varphi(x)=\sum_{i=0}^{\infty} p_i\, c_i^{-1}\, \Phi_i\, [f(y), x],\ \ \varphi(a)=0,\ \ \sum_{i=1}^{\infty} p_i=1,\ \ 0\leqslant x\leqslant a, \tag{7}$$

где c_i определяется выражением (5), функция $\Phi_i\,[f(y), x]$—выражением (3), а функция $c_i^{-1}\,\Phi_i\,[f(y), x]$ является плотностью распределения для любого значения i.

Если вместо функционального ряда Вольтерра (7) рассмотреть функциональный полином Вольтерра степени n, то получим математическую водель полиномиальной неоднородной уменьшающей системы в виде

$$\varphi(x)=\sum_{i=0}^{n} p_i\, c_i^{-1}\, \Phi_i\, [f(y), x],\ \ \varphi(a)=0, \sum_{i=0}^{n} p_i=1,\ \ 0\leqslant x\leqslant a. \tag{8}$$

Аналогично, математическая модель аналитической неоднородной нелинейной укрупняющей системы имеет вид (см. выражение (В.1) в [2])

$$\varphi(x)=A\,[f(y),\ 0\leqslant y\leqslant x]=\sum_{i=0}^{\infty} p_i\, l_i^{-1}\, F_i\,[f(y), x],\ \ \varphi(0)=0,$$

$$\sum_{i=0}^{\infty} p_i=1,\ \ 0\leqslant x\leqslant a, \tag{9}$$

где A—нелинейный оператор, $a>0$[1];

$$F_i\,[f(y), x]=\int_0^x\!\!\ldots\!\int_0^x K_i(x-y_1,\ldots, x-y_i, y_1,\ldots, y_i)f(y_1)\ldots f(y_i)\,dy_1\ldots dy_i,$$

$$i=1, 2,\ldots; \tag{10}$$

$F_0\,[f(y), x]=K_0(x)$—некоторая неотрицательная непрерывная функция, не зависящая от $f(y)$, причем $K_0(0)=0$ и

$$l_i=\int_0^a F_i\,[f(y), x]\,dx,\ \ i=0, 1, 2,\ldots,\ \ l_1=1.$$

(1 Бриллиант доказал теорему Фреше для случая $a=\infty$ [4].

Полиномиальная неоднородная укрупняющая система представляется математической моделью

$$\varphi(x)=\sum_{i=0}^{n} p_i\, l_i^{-1}\, F_i\,[f(y), x],\ \varphi(0)=0,\ \sum_{i=0}^{n} p_i=1,\ 0\leqslant x\leqslant a. \tag{11}$$

В случае, когда ядро (см. выражение (10)) является функцией только первых i аргументов, выражения (9) и (11) представляют собой соответственно аналитическую однородную и полиномиальную однородную([1] укрупняющие системы.

Следует отметить, что постоянные c_i и l_i зависят от вида входной плотности распределения $f(y)$. Исключение составляет только случай $i=1$ (случай линейных систем). Поэтому задача определения конкретной математической модели нелинейной (в отличие от линейной) уменьшающей или укрупняющей системы с помощью эксперимента (под последним понимается определение ядер по одной паре $f(y)$ и $\varphi(x)$) может быть решена только с точностью до множителей c_i или l_i, $i\neq 1$ соответственно, несмотря на то, что сама задача идентификации может быть решена точно. При использовании полученной модели указанные постоянные множители определяются однозначно для каждой возможной на входе плотности распределения $f(y)$ с помощью выражения (5) или (9). С целью иллюстрации сказанного рассмотрим примеры решения задачи идентификации нелинейной системы.

Пример 1. Заданы $f(y)=2^{-1}y^2e^{-y}$ и $\varphi(x)=\lambda e^{-\lambda x}$, $\lambda>0$. Требуется определить математическую модель нелинейной уменьшающей системы.

Решение. Вначале определяется линейная уменьшающая система, преобразующая $f(y)$ в $\varphi_1(x)=e^{-x}$. Имеем $W_1(x-y, y)=2(y-x)\,y^{-2}$ (см. (9) в [5]). Полином Вольтерра ищется в виде $\widetilde{\varphi}(x, p, n)=\sum_{i=1}^{n} p_i c_i^{-1}\varphi_1^i(x)$, где $c_i^{-1}=i$ (см. (8)). Минимизируется односторонняя метрика $L_1=$ $=\int_0^{\infty}[\varphi(x)-\widetilde{\varphi}(x, p, n)]\,dx$ по вектору $p=(p_1, p_2, \ldots, p_n)$, или иначе,

$$\sum_{i=1}^{n} p_i\to\max,\ p\in R=\{(p_1, p_2,\ldots, p_n)\in E_n: p_i\geqslant 0,\ \widetilde{\varphi}(x_j, p, n)\leqslant\varphi(x_j),\ j=\overline{1, s}\},$$

что является задачей линейного программирования. Она решалась микро-ЭВМ «Искра-226» для различных значений $\lambda\geqslant 1$, и во всех случаях были получены удовлетворительные результаты. В частности, при $\lambda=6{,}5$, $n\geqslant 7$ и $s=11$ ($x_0=0$ и $x_s=2$) оптимальный вектор имеет компоненты, равные нулю, кроме p_6 и p_7. Следовательно, соответствующая математическая модель системы принимает вид $\varphi(x)=0{,}8035\,c_6^{-1}\varphi_1^6(x)+0{,}1868\,c_7^{-1}\varphi_1^7(x)$, где $\varphi_1(x)=\int_x^{\infty}2(y-x)\,y^{-2}f(y)\,dy$, т. е. в правой части модели первое слагаемое содержит шестикратный, а второе—семикратный интеграл.

([1] Понятие однородной системы [2] отличается от понятия однородной функции (функционала).

В случае $\lambda=i$, где i — натуральное число, задача решается без применения ЭВМ. Все компоненты оптимального вектора p равны нулю, кроме одной $p_i=1$.

В случае $\lambda\leqslant 1$ применяется не полином Вольтерра, а выражение

$$\widetilde{\varphi}(x, p, n)=\sum_{i=0}^{9} p_{i+1}\, d_{i+1}^{-1}\, \varphi_1^{(10-i)10^{-1}}(x), \text{ где } d_{i+1}=\int_0^{\infty} \varphi_1^{(10-i)10^{-1}}(x)\, dx.$$

Пример 2. Заданы $f(y)=e^{-y}$ и $\varphi(x)=\lambda^{\lambda+1}\Gamma^{-1}(\lambda+1)x^{\lambda}e^{-\lambda x}$, $\lambda>0$, где $\Gamma(z)$ — гамма-функция. Требуется определить математическую модель нелинейной укрупняющей системы.

Решение. Определяется линейная укрупняющая система, преобразующая $f(y)$ в $\varphi_1(x)=xe^{-x}$. Имеем $K_1(x-y, y)=e^{-(x-y)}$. Дальнейшая процедура решения задачи совпадает с процедурой предыдущего примера. В частности, при $\lambda=2{,}5$ математическая модель нелинейной укрупняющей системы принимает вид $\varphi(x)=0{,}4382\, l_2^{-1}\varphi_1^2(x)+0{,}5554\, l_3^{-1}\varphi_1^3(x)$, где

$$\varphi_1(x)=\int_0^x e^{-(x-y)} f(y)\, dy.$$

Тбилисский государственный университет

(Поступило 7.9.1988)

კიბერნეტიკა

დ. ბაშალეიშვილი

არაწრფივი შემამცირებელი და გამამსხვილებელი სისტემების მათემატიკური მოდელები

რეზიუმე

აგებულია არაწრფივი შემამცირებელი და გამამსხვილებელი სისტემების მათემატიკური მოდელები ვოლტერას ფუნქციონალური მწკრივებისა და პოლინომების სახით. მოცემულია მარტივი მაგალითები არაწრფივი გამამსხვილებელი და შემამცირებელი სისტემების იდენტიფიკაციისა.

CYBERNETICS

D. I. BASHALEISHVILI

MATHEMATICAL MODELS OF NONLINEAR REDUCING AND COARSENING SYSTEMS

Summary

The mathematical models of nonlinaer reducing and coarsening systems in the form of Volterra's functional series and polynomials are constructed. A simple example of identification of nonlinear systems is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Вольтерра. Теория функционалов, интегральных и интегродифференциальных уравнений. М., 1982.
2. Д. И. Башалеишвили. Математическое обеспечение АСУ и САПР некоторых ТП (ч. I). Тбилиси, 1984.
3. Д. И. Башалеишвили. Математическое обеспечение АСУ и САПР некоторых ТП (ч. II). Тбилиси, 1985.
4. M. B. Brilliant. Technical Report 345, MIT, 1958.
5. Д. И. Башалеишвили. Сообщения АН ГССР, 132, № 2, 1988.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 539.121.6

ФИЗИКА

Р. А. КВАТАДЗЕ, Р. Г. ШАНИДЗЕ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ НАБЛЮДЕНИЯ РАСПАДОВ Λ_c и Ξ_c^+ БАРИОНОВ С УЧАСТИЕМ Σ° ГИПЕРОНА

(Представлено академиком Н. С. Амаглобели 3.1.1989)

Изучение распадов очарованных барионов является важной экспериментальной и теоретической задачей. Несмотря на интенсивные экспериментальные исследования, сумма вероятностей всех зарегистрированных каналов распада Λ_c, наиболее изученного барионного состояния, не превышает 10% [1].

В настоящей работе проводится анализ распадов очарованных барионов Λ_c и Ξ_c^+ с участием $\Sigma^\circ\to\Lambda\gamma$ гиперона, ($\Lambda_c\to\Sigma^\circ\pi^+\pi^+\pi^-$, $\Xi_c^+\to\Sigma^\circ K^-\pi^+\pi^+$). Изучаются возможности наблюдения сигналов от этих распадов в распределениях инвариантных масс $\Lambda\pi^+\pi^+\pi^-$ и $\Lambda K^-\pi^+\pi^+$ систем, когда γ-квант от распада Σ° не регистрируется. Из имеющихся мировых данных [2—11] определены отношения вероятностей распадов:

$$R_1=\frac{Br\,(\Lambda_c\to\Sigma^\circ\pi^+\pi^+\pi^-)}{Br\,(\Lambda_c\to\Lambda\pi^+\pi^+\pi^-)}\,, \tag{1}$$

$$R_2=\frac{Br\,(\Xi_c^+\to\Sigma^\circ K^-\pi^+\pi^+)}{Br\,(\Xi_c^+\to\Lambda K^-\pi^+\pi^+)}. \tag{2}$$

Инвариантная масса $\Lambda\pi^+\pi^+\pi^-$ и $\Lambda K^-\pi^+\pi^+$ систем, образованных от распада очарованного бариона C (обозначим через ΛX), когда Λ гиперон является продуктом распада $\Sigma^\circ\to\Lambda\gamma$, равна

$$M_{\Lambda X}=M_c\sqrt{1-\frac{2E_\gamma}{M_c}}\,, \tag{3}$$

где M_c—масса очарованного бариона; E_γ—энергия γ-кванта от распада Σ° в системе покоя C. распределение $M_{\Lambda X}$ полностью определяется энергией E_γ, что в свою очередь зависит от двух факторов: энерговыделения и матричного элемента распада.

Для изучения распределения $M_{\Lambda X}$ было моделировано инклюзивное рождение очарованных барионов Λ_c и Ξ_c^+ в нуклон-нуклонных взаимодействиях с последующими распадами:

$$\Lambda_c\to\Sigma^\circ\,(\Lambda\gamma)\,\pi^+\pi^+\pi^-, \tag{4}$$

$$\Lambda_c\to\Lambda\pi^+\pi^+\pi^-, \tag{5}$$

$$N+N\to$$

$$\Xi_c^+\to\Sigma^\circ\,(\Lambda\gamma)\,K^-\pi^+\pi^+, \tag{6}$$

$$\Xi_c^+\to\Lambda K^-\pi^+\pi^+. \tag{7}$$

При моделировании использовалась программа генерации событий для эксперимента БИС-2. В этом эксперименте зарегистрированы распады Λ_c по двум каналам: $\Lambda\pi^+\pi^+\pi^-$ и $K^\circ p\pi^+\pi^-$ [8]. БИС-2 регистрирует вторичные частицы в области фрагментации пучка и во многом аналогичен экспериментальным установкам WA 62 и E-400.

Рождение очарованных барионов Λ_c и Ξ_c^+ моделировалось по инвариантному распределению

$$E\,\frac{d^3\sigma}{dp^3} \sim (1-X_F)^n\, e^{-bp_\perp}, \tag{8}$$

где $X_F = \dfrac{p_{\parallel}^*}{p^*_{\max}}$ — отношение продольного импульса частицы к максимально возможному в системе центра масс, а $p_\perp$—поперечный импульс. Значение параметров n и b равны 1,5 и 2,5 в соответствии с результатами, полученными в эксперименте БИС-2 для Λ_c-барионов [8].

Импульс пучка брался равным 70 ГэВ/с. Распады очарованных частиц моделировались по фазовому объему, учитывалась возможность регистрации $\Lambda\pi^+\pi^+\pi^-$ и $\Lambda K^-\pi^+\pi^+$ состояний от распадов (4)÷(7) экспериментальной установкой.

На рис. 1 показаны распределения инвариантных масс $\Lambda\pi^+\pi^+\pi^-$ и $\Lambda K^-\pi^+\pi^+$ систем от распадов (4) и (6) без учета эффективности регистра-

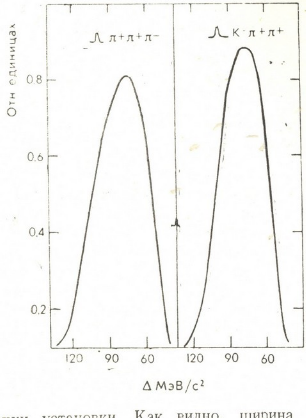


Рис. 1. Распределение инвариантных масс $\Lambda\pi^+\pi^+\pi^-$ и $\Lambda K^-\pi^+\pi^+$ систем, где $\Delta = M_C - M_{\Lambda X}$

ции установки. Как видно, ширина этих распределений на полувысоте составляет 56 и 48 МэВ/с², соответственно. Центральные значения масс в этих распределениях сдвинуты относительно масс Λ_c и Ξ_c^+ примерно на 75 МэВ/с². Наблюдаемые в экспериментах распределения этих систем будут шире полученных значений из-за конечного разрешения экспериментальных установок по инвариантной массе. Однако, если экспериментальное разрешение $\sim$15 МэВ/с², что типично для упомянутых экспериментов, сигналы от распадов (4), (6) должны быть зарегистрированы в распределениях по инвариантной массе $\Lambda\pi^+\pi^+\pi^-$ и $\Lambda K^-\pi^+\pi^+$ систем, с шириной $\sim$60 МэВ/с².

На рис 2 приведены эффективности регистрации ΛX систем от распадов (4) и (6). Как видно, эффективность регистрации этих состояний слабо зависит от инвариантной массы и составляет 2,3% для $\Lambda\pi^+\pi^+\pi^-$ и 2,5% для $\Lambda K^-\pi^+\pi^+$ систем. В пределах 5%-ной статистикой ошибки эффективности регистрации ΛX систем от распадов очарованных барионов (Λ_c, Ξ_c^+) с участием Λ и Σ° гиперонов равны. Полученные значения эффективности не зависят от энергии пучка и экспериментальной установки регистрирующей состояния ΛX.

Таким образом, распады очарованных частиц, идущие через ($\Lambda_c\to\Sigma^\circ\pi^+\pi^+\pi^-$, $\Xi_c^+\to\Sigma^\circ K^-\pi^+\pi^+$), отражаются в распределениях инвариантных масс ΛX. При этом сигналы от этих распадов имеют ширину ~60 МэВ/с^2, а центральное значение массы на 75 МэВ/с^2 меньше массы соответствующего очарованного бариона. Отношения вероятности распадов (1) и (2), будут равны отношению сигналов от распадов $\Sigma^\circ X$ и ΛX, наблюденных в распределении инвариантных масс ΛX.

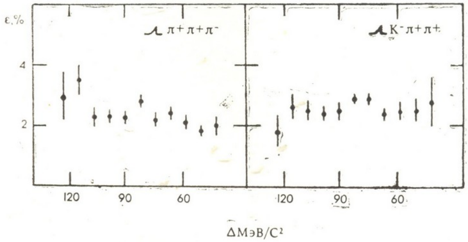


Рис. 2. Зависимость эффективности регистрации $\Lambda\pi^+\pi^+\pi^-$ и $\Lambda K^-\pi^+\pi^+$ систем от Δ

Отношение R_1 было оценено из данных работы [10], где приводится распределение инвариантных масс $\Lambda\pi^+\pi^+\pi^-$ систем, полученное в pp-взаимодействиях при энергии $\sqrt{S}=63$ ГэВ, зарегистрированное в эксперименте R 608. В этом распределении наблюдается 620 событий распада $\Lambda_c\to\Lambda\pi^+\pi^+\pi^-$. Из отсутствия сигнала от распада $\Lambda_c\to\Sigma^\circ\pi^+\pi^+\pi^-$ в этом распределении, на 90% уровне достоверности, был оценен верхний предел отношения

$$R_1=\frac{Br\,(\Lambda_c\to\Sigma^\circ\pi^+\pi^+\pi^-)}{Br\,(\Lambda_c\to\Lambda\pi^+\pi^+\pi^-)}\leqslant 0{,}10.$$

Учитывая значение $Br\,(\Lambda_c\to\Lambda\pi^+\pi^+\pi^-)=2{,}8\pm0{,}7\pm1{,}1\%$, определенное в e^+e^- аннигиляции [9], получим

$$Br\,(\Lambda_c\to\Sigma^\circ\pi^+\pi^+\pi^-)\leqslant 0{,}3\%.$$

Отметим, что это первая экспериментальная оценка вероятности распада данного канала Λ_c.

Отношение R_2 впервые было измерено при исследовании нейтрон-ядерных взаимодействий в эксперименте Е-400, где получено [2]

$$R_2=\frac{Br\,(\Xi_c^+\to\Sigma^\circ K^-\pi^+\pi^+)}{Br\,(\Xi_c^+\to\Lambda K^-\pi^+\pi^+)}=0{,}84\pm0{,}36.$$

Величину R_2 можно также оценить из данных эксперимента WA-62 [3], в котором в распределении инвариантных масс $\Lambda K^-\pi^+\pi^+$ систем образованных $\Sigma^- Be$ взаимодействиях при энергии 135 ГэВ зарегистрировано 82 события распада $\Xi_c^+ \to \Lambda K^- \pi^+ \pi^+$. Из этого распределения на 90% уровне достоверности получим ограничение на величину отношения

$$R_2 \leqslant 0{,}45.$$

Этот результат в пределах двух стандартных отклонений не противоречит данным эксперимента Е-400.

В заключение отметим, что метод, предложенный в данной работе, может быть применен при изучении других каналов распада очарованных частиц с участием Σ^0 гиперонов.

Тбилисский государственный университет
Институт физики высоких энергий

(Поступило 12.1.1989)

ფიზიკა

რ. ქვათაძე, რ. შანიძე

Λ_c და Ξ_c^+ ბარიონების Σ^0 ჰიპერონად დაშლის ექსპერიმენტულად დამზერის შესაძლებლობები

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ Λ_c და Ξ_c^+ ჩარმიანი ნაწილაკების დაშლა Σ^0 ჰიპერონის მონაწილეობით შესაძლებელია დამზერილ იქნეს ექსპერიმენტებზე იმ შემთხვევაშიც, როდესაც არ ხდება Σ^0 ნაწილაკის დაშლიდან მიღებული γ კვანტის რეგისტრაცია. მსოფლიოში არსებული მონაცემებით შეფასებულია Λ_c და Ξ_c^+ ბარიონების Σ^0 ნაწილაკით დაშლის ალბათობა.

PHYSICS

R. A. KVATADZE, R. G. SHANIDZE

POSSIBILITIES OF EXPERIMENTAL OBSERVATION OF Λ_c AND Ξ_c^+ BARYONS DECAY TO Σ^0 HYPERON.

Summary

It is shown that the decay of Λ_c and Ξ_c^+ charm particles to Σ^0 hyperon is observable in experiments when the photon from the decay of Σ^0 particle is not detected. The branching ratios of Λ_c and Ξ_c^+ baryons decaing to Σ^0 are estimated using the existing data.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Review of Particle Properties, Phys. Lett. 170 B, 1986.
2. P. Coteus *et al*. Phys. Rev. Lett. 59, 1987, 1530.
3. S. F. Biagi *et al*. Phys. Lett. 122B, 1983, 455.
   S. F. Biagi *et al*. Z. Phys. C 28, 1985, 175.
4. S. Barlag *et al*. CERN—EP/88—106, 1988.
5. B. Knapp *et al*. Phys. Rev. Lett. 37, 1976, 882.
6. K. L. Giboni *et al*. Phys. Lett. 85 B, 1979, 437.
7. W. Lockman *et al*. Phys. Lett. 85 B, 1979, 443.
8. A. N. Aleev *et al*. Z. Phys. C 23, 1984, 333.
9. T. Bowcock *et al*. Phys. Rev. Lett. 55, 1985, 923.
10. P. Chauvat *et al*. Phys. Lett. 199 B, 1987, 304.
11. H. Albrecht *et al*. DESY—88—011, 1988.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 533.951

ФИЗИКА

В. С. ПАВЕРМАН, Д. О. ХАСИДАШВИЛИ

НЕСТАЦИОНАРНАЯ ДИНАМИКА МОДУЛЯЦИОННОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ «ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГЕЛИКОНА»

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Л. Цинцадзе 28.12.1988)

Интенсивно разрабатываемые в последнее время дополнительные методы нагрева плазмы в установках УТС вызвали повышенный интерес к нелинейным процессам, которые могут развиться во время такого нагрева. В частности, как было показано в работах [1, 2], при нагреве плазмы мощной циркулярно-поляризованной электромагнитной волной в режиме электронного циклотронного резонанса в определенных условиях релятивистский фактор может сильно увеличиться и в плазме будут одновременно распространяться вдоль постоянного магнитного поля $\vec{B}_0$ две одинаково (право-) поляризованные электромагнитные волны с различными показателями преломления. Дисперсионное соотношение для одной из них, названной «электрическим геликоном», имеет вид

$$w_0=(k_0^2\, c^2/w_e^2)\, w_E, \tag{1}$$

где w_α — ленгмюровская частота частиц сорта α ($\alpha=e, i$); k_0 — волновой вектор падающей волны; $w_E=|e|\, E_0/m_e\, c$ (E_0 — напряженность поля волны накачки). В работе [3] была изучена возможность модуляционной неустойчивости и самофокусировки этой волны. Было показано, что медленно меняющаяся амплитуда электрического геликона в определенных условиях описывается нелинейным уравнением Шредингера (НУШ) с квадратичной нелинейностью:

$$i\left(\frac{\partial}{\partial t}+V_g\,\frac{\partial}{\partial z}\right)\varepsilon+\frac{1}{2}\,V_g'\,\frac{\partial^2\varepsilon}{\partial z^2}+\omega_0\left\{\frac{1}{2}\,\frac{\omega_i^2}{4\,\omega_0^2-k_0^2\,v_s^2}-1\right\}\frac{|\varepsilon|-\varepsilon_0}{\varepsilon_0}=0. \tag{2}$$

При получении уравнения (2) предполагалось, что $\varepsilon=\varepsilon\,(z, t)$ (магнитное поле $\vec{B}_0$ направлено вдоль оси z), v_s — скорость ионного звука, $V_g=\dfrac{\partial\omega_0}{\partial k_0}$ — групповая скорость и $V_g'=\dfrac{\partial V_g}{\partial z}$. Вводя далее автомодельную переменную $\xi=(z-V_g\, t)/\sqrt{V_g'}$ и полагая, что $\varepsilon=\varepsilon\,(\xi, t)$, из (2) легко получить

$$i\varepsilon_t+\frac{1}{2}\,\varepsilon_{\xi\xi}+q\,(|\varepsilon|-\varepsilon_0)\,\varepsilon=0. \tag{3}$$

В этом уравнении индексы означают дифференцирование по соответствующей переменной и

$$q=\frac{\omega_0}{\varepsilon_0}\left\{\frac{1}{2}\,\frac{\omega_i^2}{4\,\omega_0^2-k_0^2\,v_s^2}-1\right\}.$$

Целью настоящей работы является изучение нестационарной динамики модуляционной неустойчивости электрического геликона, описываемой НУШ [3]. При этом мы воспользуемся методом, примененным в [4] для изучения НУШ с кубической нелинейностью.

Вначале получим дисперсионное соотношение, связывающее частоту модуляции Ω с ее волновым вектором k. Для этого представим поле в виде $\varepsilon = E \exp(i\psi)$ (E и ψ— действительные функции ξ и t). Тогда из (3) получим следующую систему уравнений:

$$E_t + E_\xi \psi_\xi + \frac{1}{2} E\psi_{\xi\xi} = 0, \tag{4а}$$

$$\psi_t - \frac{E_{\xi\xi}}{2E} + \frac{1}{2}\psi_\xi^2 - q(E - E_0) = 0. \tag{4б}$$

Представляя теперь E и Ψ в виде

$$E = E_0 + \{E' \exp[i(\varkappa\xi - \Omega t)] + k.\,c.\},\quad \psi = \psi' \exp[i(\varkappa\xi - \Omega t)] + k.\,c.$$

$\left(\text{где } \varkappa = \frac{k}{k_0}\sqrt{2\omega_0}\right)$ и полагая величины E' и ψ' малыми, из (4) получаем искомое дисперсионное соотношение

$$\Omega^2 = \frac{k^2}{k_0^2}\omega_0^2\left\{1 + \frac{k^2}{k_0^2} - \frac{1}{2}\frac{\omega_i^2}{4\omega_0^2 - k_0^2 v_s^2}\right\}. \tag{5}$$

Из (5) следует, что модуляционная неустойчивость электрического геликона будет осуществляться в достаточно узком интервале значений начальной амплитуды вблизи порогового значения E_n, для которого из (5) и (1) можно найти

$$\frac{E_n^2}{4\pi n_0 T_e} = \frac{1}{16}\frac{v_s^2}{c^2}\frac{\omega_i^2}{\omega_0^2}.$$

Будем изучать нестационарную динамику развития этой модуляционной неустойчивости при малом превышении начальной амплитуды E_0 над пороговым значением E_n. Соответствующий параметр малости Δ определим соотношением

$$\Delta = \left(\frac{E_0}{E_n} - 1\right)^{1/2} \lesssim \frac{1}{2\sqrt{2}}\frac{\omega_i}{\omega_0}.$$

Тогда, ограничившись линейной стадией неустойчивости, для максимального значения инкремента получим

$$\Gamma_m = \frac{\omega_0}{2}\left\{\frac{E_n}{E_0 - E_n}\frac{\omega_i^2}{8\omega_0^2} - 1\right\}.$$

Это значение достигается для волновых векторов, равных

$$k = k_c \equiv \frac{k_0}{\sqrt{2}}\left\{\frac{E_n}{E_0 - E_n}\frac{\omega_i^2}{8\omega_0^2} - 1\right\}^{1/2}.$$

Вернемся к системе (4) и, ограничиваясь при ее анализе третьим порядком теории возмущений, представим E и Ψ в виде

$$E = \sum_{l=0}^{3} E_l \Delta^l,\quad \psi = \sum_{l=1}^{3} \psi_l \Delta^l. \tag{6}$$

Тогда, подставляя (6) в (4), легко покаазть, что $E_0 = \text{const}$, а в первом порядке по Δ

$$E_1 = e(t)\exp(i\varkappa\xi) + k.\,c.,\quad \psi_1 = \psi_1(t). \tag{7}$$

Ясно, что нелинейные члены в (4) будут генерировать гармоники основной моды $\exp(i\varkappa\xi)$. Соответствующий гармонический анализ уравнений второго порядка малости дает

$$E_2 = E_{20} + \{E_{22}\exp(2\,i\varkappa\xi) + k.\,c.\}, \tag{8а}$$

$$\psi_2 = \frac{4\,q}{\varkappa^4}\,\frac{de}{dt}\exp(i\varkappa\xi) + k.\,c., \tag{8б}$$

где

$$E_{20} = \frac{1}{q}\,\frac{d\psi_1}{dt} - \frac{4\,q}{\varkappa^2}\,|e|^2; \quad E_{22} = \frac{2}{3}\,\frac{q}{\varkappa^2}\,e^2. \tag{9}$$

Гармонический анализ третьего приближения теории возмущений приводит к следующим уравнениям:

$$\frac{d}{dt}\left\{E_{20} + 2\,\frac{q}{\varkappa^2}\,|e|^2\right\} = 0, \tag{10}$$

$$\frac{d^2e}{dt^2} - \frac{\varkappa^4}{4}\,e + \frac{7}{3}\,q^2\,|e|^2\,e = 0. \tag{11}$$

Таким образом, задача сводится к изучению уравнения (11) и нахождению функции $e(t)$, после чего с помощью (6)—(10) можно восстановить зависимость $\varepsilon(\xi,t)$ с точностью до Δ^2.

С целью исследования уравнения (11) представим $e(t)$ в виде $e(t) = a(t)\exp[i\varphi(t)]$, где a и φ—действительные функции. Тогда из (11(легко найти уравнение для $a(t)$:

$$a_t^2 + \frac{\alpha^2}{a^2} - \frac{\varkappa^4}{4}\,a^2 + \frac{7}{6}\,q^2\,a^4 = \beta. \tag{12}$$

Постоянные интегрирования α и β определяются с помощью начальных условий следующим образом:

$$\alpha = \Omega_0\,a_0^2, \quad \beta = \left(\Omega_0^2 - \frac{\varkappa^4}{4}\right)a_0^2 + \frac{7}{6}\,q^2\,a_0^4,$$

где использованы обозначения $a\,(t=0) = a_0$, $\varphi_t\,(t=0) = \Omega_0$, $a_t\,(t=0) = 0$.

Решение уравнения (12) можно представить в виде

$$a^2 = a_0^2 + X_1 - (X_1 - X_2)\,sn^2\left\{\sqrt{\frac{7}{6}(X_1 - X_3)}\;qt - F(\Theta, S)\right\}, \tag{13}$$

где $X_1 \geqslant X_2 \geqslant X_3$—корни характеристического уравнения

$$X\left\{X^2 + 3\left(a_0^2 - \frac{\varkappa^4}{14\,q^2}\right)X - 2a_0^2\left[\frac{3}{7}\,E_n^2\left(1 + \frac{4\,\Omega_0^2}{\varkappa^4}\right) - a_0^2\right]\right\} = 0, \tag{14}$$

а $sn\,(t, S)$—функция Якоби; $S = (X_1 - X_2)/(X_1 - X_3)$; $\sin^2\Theta = X_1/(X_1 - X_2)$; $F\,(\Theta, S)$—эллиптический интеграл I рода [5].

Из анализа решения (13) следует, что при $a_0^2 = a_c^2 \equiv \frac{3}{7}\,E_n^2\,(1 + 4\,\Omega_0^2/\varkappa^4)$ получаем тривиальное решение $a \equiv a_c$. При $a_0^2 \neq a_c^2$ решение представляет собой периодические функции времени. Наиболее интересным представляется частный случай $\Omega_0 = 0$, $a_0^2 = \frac{6}{7}\,E_n^2$. При этом решение есть коло-колообразный импульс поля, имеющий вид

$$a^2 = a_0^2 \, ch^{-2} \, (k^2 \, \omega_0 \, t / k_0^2).$$

Таким образом, в зависимости от начальной амплитуды возмущения электрического геликона это возмущение на нелинейной стадии модуляционной неустойчивости может сформировать временной импульс падающей волны или же распространяться в виде периодически модулированной циркулярно-поляризованной электромагнитной волны.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физики

Тбилисский государственный
университет

(Поступило 12.1.1989)

ფიზიკა

ვ. პავერმანი, დ. ხასიდაშვილი

„ელექტრული ჰელიკონის“ მოდულაციური არამდგრადობის არასტაციონარული დინამიკა

რეზიუმე

შესწავლილია მარჯვენა პოლარიზაციის ულტრარელატივისტური ელექტრომაგნიტური ტალღის მოდულაციური არამდგრადობის არაწრფივი სტადია. ეს ტალღა („ელექტრული ჰელიკონი“) ვრცელდება მუდმივი მაგნიტური ველის გასწვრივ. ნაჩვენებია, რომ ბრტყელი ტალღის საწყისი ამპლიტუდის განსაზღვრული მნიშვნელობისას, რომელიც მცირედ აღემატება ზღურბლს, მოდულაციური არამდგრადობა იწვევს პლაზმაში ამ ტალღის დროითი იმპულსის წარმოქმნას.

PHYSICS

V. S. PAVERMAN, D. O. KHASIDASHVILI

THE NONSTATIONARY DYNAMICS OF ELECTRIC HELICON MODULATION INSTABILITY

Summary

The nonlinear stage of modulation instability of the right-polarized ultrarelativistic electromagnetic wave, propagating along a constant magnetic field („electric helicon“) is studied. It is shown that if the initial amplitude of the plane wave slightly exceeds the threshold, the modulation instability generates a temporal impulse of this wave in plasma.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. А. Папуашвили, Э. Г. Цикаришвили, Н. Л. Цинцадзе. Физика плазмы, т. 6, 1980, 603.
2. N. A. Papuashvili *et al.* Plasma Phys. and Contrl. Fusion, 1985, v. 27, p. 91.
3. К. Нишикава, Н. Л. Цинцадзе, М. Ватанабе. Физика плазмы, т. 6, 1980, 1302.
4. P. A. E. M. Lansses. Phys. Fluids, 1981, 24, p. 23.
5. Г. Корн, Т. Корн. Справочник по математике М., 1973, 753.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 550.34,525.622

ГЕОФИЗИКА

Д. К. КАРТВЕЛИШВИЛИ

СКАЧКООБРАЗНЫЕ НАКЛОНЫ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ ПРИ БЛИЗКИХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 14.7.1988)

На записях экстензометров и наклономеров, регистрирующих приливные деформации и наклоны поверхности Земли, при землетрясениях наблюдаются резкие неупругие смещения. Причиной таких смещений являются изменения упругой энергии земной коры в районе эпицентра в момент землетрясения. В настоящее время для объяснения этих явлений используется теория дислокации, которая первоначально применялась в кристаллофизике и металловедении, но после работ Стекетти [1, 2] вошла в науку о землетрясениях.

Применение методов упругой теории дислокации дает возможность исследовать разломы в земной коре, а также возникновение поверхностей упругих дислокаций и их воздействие на поле смещений на поверхности Земли. Поверхность дислокации — это поверхность, на которой нарушается непрерывность смещений [3]. В этом смысле любой разлом в теле Земли можно охарактеризовать как дислокацию огромных размеров.

В отделе земных приливов Института геофизики АН ГССР была сделана попытка для исследования дислокационных эффектов проанализировать остаточные наклоны, вызванные землетрясениями, происшедшими в районе, который ограничивается координатами:

$$\varphi = 41^\circ{,}13 - 41^\circ{,}43 \text{ с. ш.}; \quad \lambda = 43^\circ{,}75 - 44^\circ{,}00 \text{ в. д.}$$

Этот район характеризуется высокой сейсмичностью и за 1967—1986 гг. там произошло несколько сильных (Дманисское $M=5{,}3$, Параванское $M=5{,}4$) и большое количество землетрясений с магнитудами $M=3{,}6$ и выше.

Следует заметить, что часто бывает очень трудно получить качественную запись скачкообразных деформаций и наклонов, поскольку используемые при этом экстензометры и наклономеры относительно слабо реагируют на большие ускорения. Однако высокая чувствительность регистрации и близость очагов землетрясений (эпицентральное расстояние до Тбилиси 70—100 км) позволили зарегистрировать скачкообразные наклоны в Тбилиси даже от землетрясений с магнитудой $M=3{,}6$.

В табл. 1 приводятся основные параметры наиболее сильных землетрясений, для которых в Тбилиси были зарегистрированы скачкообразные наклоны и которые были использованы для изучения смещений в очаге землетрясений.

Данные этой таблицы позволили вывести соотношение, связывающее длину вектора остаточного наклона с магнитудой землетрясения:

$$M = 3{,}7 + 0{,}34 \lg |\Delta\varphi|.$$

Дислокационная поверхность создает поле смещений в области, близкой к нему, хотя никаких внешних сил на среду в этот момент не приложено. Оказалось, что поле смещений, вызванное сдвиговой дис-

Таблица 1

Основные данные о землетрясениях

№	Дата	φ	λ	M	$\Delta\varphi_{C-10}$ мсек	$\Delta\varphi_{B-3}$ мсек	$\Delta\varphi$ мсек
1	22^h35^m 8.9.1971	41°,26	44°,00	4,5	3,16	9,00	9,7
2	0^h34^m 30.3.1974	41°,40	43°,98	3,9	6,00	5,20	7,9
3	19^h42^m 14.3.1977	41°,40	44°,00	4,2	4,44	0,84	4,6
4	9^h04^m 15.8.1978	41°,13	44°,00	4,6	4,40	6,00	7,4
5	8^h44^m 13.5.1986	41°,43	43°,75	5,4	71,50	12,30	72,6

локацией, эквивалентно полю смещений, вызванному системой двойных пар сил, приложенной к элементу поверхности [3—5]. Используя этот принцип эквивалентности, можно получить выражения для полей смещения, вызванных дислокациями.

Пусть имеется поверхность дислокации Σ, на которой расположена точка P. Допустим, что ν_l—нормаль к поверхности Σ в точке $P(\xi_1, \xi_2, \xi_3)$ и смещение в точке P равно

$$\Delta u_k = u_k^+ - u_k^-, \ (k = 1, 2, 3),$$

где u_k^+—смещение поверхности дислокации Σ^+ по отношению к начальному положению, а u_k^-—смещение поверхности Σ^-.

Если обозначить элемент поверхности Σ через $d\Sigma$, то можно получить выражение поля смещений вне дислокаций в точках $Q(x_1, x_2, x_3)$ в том случае, когда дислокационная поверхность расположена в полупространстве, а точка Q — на свободной поверхности этого полупространства. Если поверхность полупространства S совпадает с плоскостью $x_3=0$ и положительная часть оси x_3 направлена внутрь полупространства S, то на поверхности S для нормальных компонент напряжения будем иметь

$$\tau_{13} = \tau_{23} = \tau_{33} = 0 \quad \text{при} \quad x_3 = 0.$$

Выражение поля смещения имеет следующий вид:

$$u_m(Q) = \iint\limits_{\Sigma} \Delta u_k(P)\, W_{kl}^m(P, Q)\, \nu_l\, d\Sigma, \tag{1}$$

где

$$W_{kl}^m = \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \left[\lambda \delta_{kl} \frac{\partial u_m^i}{\partial \xi_i} + \mu \left(\frac{\partial u_m^k}{\partial \xi_l} + \frac{\partial u_m^l}{\partial \xi_k}\right)\right]. \tag{2}$$

Если рассматриваемая нами упругая дислокация Σ вертикальна и размещается в плоскости $\xi_2=0$, то при допущении, что дислокационная поверхность имеет форму прямоугольника, из формулы (1) можно вывести

$$u_k(Q) = \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \frac{U_3}{8\pi} \iint\limits_{-Ld}^{LD} \left(\frac{\partial u_k^3}{\partial \xi_2} + \frac{\partial u_k^2}{\partial \xi_3}\right) d\xi_1\, d\xi_3 \tag{3}$$

для вертикального разлома со скольжением по падению.

В этих уравнениях принято: λ, μ—параметры Ляме; δ_{ik}—символ Кронекера; $U_3 = \Delta u_k(P) = u_k^+(P) - u_k^-(P) = const$—смещение на дислокации; $\dfrac{\partial u_k^m}{\partial \xi_l} + \dfrac{\partial u_k^l}{\partial \xi_m}$—смещение в точке Q, вызванное двумя компланарными, взаимно перпендикулярными парами сил, приложенными в точке P.

Учитывая, что наклоны равны $\Delta\varphi_k = \dfrac{\partial u_3}{\partial x_k}$ $(k = 1, 2)$, и подставляя выражения для u_k^l в формулу (3) из [4], можно получить

$$\frac{\partial u_3}{\partial x_1} = \frac{U_3}{2\pi}\left[\frac{x_2\xi_3}{s}\left(\frac{1}{s} + \frac{1}{(x_1-\xi_1)^2 + x_2^2}\right)\right]\Bigg|\Bigg|, \tag{4}$$

$$\frac{\partial u_3}{\partial x_2} = \frac{U_3}{2\pi}\left[\frac{\xi_3(x_1-\xi_1)}{x_2^2+\xi_2^2}\left(\frac{\xi_3^2 - x_2^2}{s(x_1^2+\xi_3^2)} + \frac{(x_1-\xi_1)^2+\xi_3^3}{s^3} + \frac{x_2^2+\xi_3^2}{s((x_1-\xi_1)^2+x_2^2)}\right)\right]\Bigg|\Bigg|. \tag{5}$$

Здесь принято, что $\lambda = \mu$, подвижка по разлому однородна, P находится на поверхности дислокации, Q—на свободной поверхности полупространства, $s^2 = (x_1 - \xi_1)^2 + x_2^2 + \xi_3^2$ и знак $||$ означает операцию

$$f(\xi_1, \xi_3)|| = f(L, D) - f(L, d) - f(-L, d) + f(-L, d).$$

С использованием данных табл. 1 по формулам (4) и (5) была составлена система из двух уравнений с двумя неизвестными: U_3 — смещение на дислокации и α — азимут поверхности дислокации. Согласно Ф. Прессу [4], здесь было принято, что $D \approx L \sim \sqrt[3]{E}$.

По сейсмическим данным были известны также значения $d = 10$ км. При вычислениях предполагалось, что для всех землетрясений эпицентральное расстояние до Тбилиси $\Delta = 100$ км и азимут направления на эпицентр из Тбилиси $\varkappa = -110°$.

Результаты вычислений приведены в табл. 2.

Таблица 2

Дата	M	α	$L=D$ км	U_3 м
8.9.1971	4,5	120°	23,5	1,75
14.3.1977	4,2	60°	20,0	3,65
15.8.1978	4,6	40°	24,6	0,91
13.5.1986	5,4	60°	30,0	8,97

В заключение следует отметить, что поля смещений достаточно велики, чтобы определять их значения на больших расстояниях, и применение дислокационной теории позволяет вычислять остаточные смещения на поверхности дислокации, вызванные сильными землетрясениями.

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

(Поступило 1.9.1988)

გეოფიზიკა

დ. ქართველიშვილი

ახლობელი მიწისძვრით გამოწვეული დედამიწის ზედაპირის ნახტომისებური დახრები

რეზიუმე

რღვევების დისლოკაციის თეორიის გამოყენებით გამოთვლილია ნარჩენი გადაადგილებები, გამოწვეული ახლო (~ 100 კმ) მიწისძვრებით. 1986 წ. 13 მაისის ფარავნის (M=5,4) მიწისძვრით გამოწვეული ნარჩენი დახრები თბილისში ტოლი იყო 72,6 msec, ხოლო დისლოკაციის ზედაპირის შესაბამისმა გამოთვლილმა გადაადგილებამ შეადგინა დაახლოებით 9 მ.

GEOPHYSICS

D. K. KARTVELISHVILI

STEP WISE TILTS AT NEAR EARTHQUAKES

Summary

The dislocation theory of faulting is used to compute the residual displacement caused by near (~100 km) earthquakes. It is shown that the displacement fields are large enough to be detected by modern tiltmeters. The residual tilt from the Paravani earthquake (M=5,4) of May 13, 1986, observed in Tbilisi, amounted to 72.6 msec., and the computed displacement on the dislocation surface appeared to be ~9m.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. A. Steketee. Can. J. Phys. 36, p. 1168—98. 1958.
2. J. A. Steketee. Can. J. Phys. 36, p. 192—205. 1958.
3. К. Касахара. Механика землетрясений. М., 1985.
4. F. Press. JGR. vol. 70, № 10, 1965 p. 2395—2412.
5. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Теория упругости. М., 1965.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 550.343.2

ГЕОФИЗИКА

А. Н. ТАРИЕЛАДЗЕ, П. В. МАНДЖГАЛАДЗЕ, З. А. КВАТАДЗЕ

О СВЯЗИ ЭМИ С ДЕФОРМАЦИЯМИ В ПЕРИОД ПАРАВАНСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 13 МАЯ 1986 ГОДА

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 25.7.1988)

Изменения параметров естественного электромагнитного излучения (ЭМИ), зарегистрированные в последние часы-сутки до многих крупных сейсмических событий, дают основание считать, что энергия процесса подготовки землетрясения имеет также электромагнитную составляющую [1].

Для определения механизма генерации ЭМИ при землетрясениях целесообразно установить связь параметров электромагнитного излучения с основными сейсмическими параметрами. Однако уже первые попытки такого рода показали, что это вызывает значительные трудности. Дело в том, что практически невозможно разделить степень влияния таких сейсмических характеристик, как магнитуда, эпицентральное расстояние, глубина очага и т. д., на какой-нибудь параметр поля ЭМИ, например интенсивность, спектр, энергия и т. п. Поэтому совершенно закономерно стремление исследователей связать параметры ЭМИ со средневзвешенными характеристиками сейсмичности. К последним относится, например, рассчитанная деформация, вызванная сейсмическими событиями в точке расположения пункта наблюдений ЭМИ [2]. При таком подходе одновременно можно учесть эффект влияния магнитуды землетрясения и эпицентралного расстояния. Для вычисления указанных деформаций пользуются формулами, предложенными в работе [3]:

$$\varepsilon = \frac{10^{1.5\,M-9.18}}{r^3} \quad \text{при} \quad M < 5$$

и

$$\varepsilon = \frac{10^{1.3\,M-8.19}}{r^3} \quad \text{при} \quad M \geqslant 5,$$

где r — эпицентральное расстояние, измеряемое в километрах. Магнитуда M определяется по поверхностным волнам. При необходимости можно пользоваться также энергетическим классом землетрясений [4].

Наблюдения ЭМИ проводились в подземном пункте в пещерном комплексе Вардзия (Южная Грузия). Аппаратура и методика наблюдений описаны в работе [5].

На рис. 1 приведен график изменения во времени количества импульсов ЭМИ в диапазоне 1—10 кгц в период конец апреля — конец мая 1986 г. График представляет собой скользящее среднее за 3 суток значения количества импульсов с шагом 1 сутки.

Основным сейсмическим событием, происшедшим за этот промежуток, было Параванское (13 мая 1986 г.) землетрясение ($\varphi=41°27'$, $\lambda=43°42'$, $M=5{,}8$). Эпицентральное расстояние от пункта наблюдений составляло ~ 30 км. На рис. 2 представлен график скользящего среднего за 3 суток с шагом 1 сутки значения рассчитанных деформаций ε. При выборе сейсмических событий для расчета мы руководствовались рекомендациями работы [2]. Таким образом, за «фоновые значения» была выбрана деформация 10^{-11}.

Сравнение графика среднего значения количества электромагнитных импульсов $X = (x_1; x_2; \ldots, x_{33})$ за период 27 апреля—29 мая 1986 г. с графиком деформаций $Y = (y_1; y_2; \ldots, y_{33})$, вызванных близкими и удаленными землетрясениями в пункте наблюдения «Вардзия» ($\varphi = 41°47'$; $\lambda =$

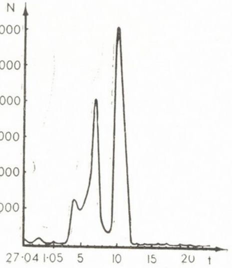


Рис. 1. Изменение количества импульсов ЭМИ во времени

$= 43°31'$), показывает, что экстремальные значения массива количества импульсов ЭМИ $X = (x_i;\ i = \overline{1,33})$ опережают экстремальные значения массива деформаций $Y = (y_i;\ i = \overline{1,33})$.

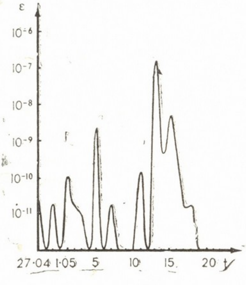


Рис. 2. Изменение деформаций во времени

Для подтверждения этого был вычислен коэффициент корреляции ρ между X и Y, который выражается формулой

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^{33} x_i y_i - \left(\sum_{i=1}^{33} x_i\right)\left(\sum_{i=1}^{33} y_i\right) / 33}{\left[\left(\sum_{i=1}^{33} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{33} x_i\right)^2 / 33\right)\left(\sum_{i=1}^{33} y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{33} y_i\right)^2 / 33\right]^{1/2}} . \quad (1)$$

Максимальное значение коэффициента достигается при относительном смещении массивов на 3 дня. При этом коэффициент корреляции принимает значение $\rho_3 = 0{,}737$.

В качестве нулевой гипотезы мы приняли предположение, что исследуемые величины не коррелированы, т. е. $\rho=0$. Для проверки этого факта был использован критерий Стьюдента:

$$t = r\sqrt{\frac{\nu}{1-r^2}}, \qquad (2)$$

где $r=\rho_3=0{,}737$ и число степеней свободы $\nu=n-2=28$, показавший, что $t=5{,}76$.. По двустороннему критерию с уровнем значимости t (0,05%; 28) = 3,6739. Значит, гипотеза независимости должна быть отвергнута.

Таким образом, можно считать, что изменение количества импульсов ЭМИ в диапазоне 1—10 кгц, зарегистрированное в Вардзия, действительно вызвано сейсмическими процессами в период подготовки Параванского землетрясения. Интересно проверить, насколько время упреждения активностью ЭМИ сейсмогенных деформаций согласуется с эмпирической зависимостью между временами возникновения электромагнитных предвестников и магнитудой. По формуле С. И. Зубкова [6], аномалия ЭМИ должна возникать за 2—6 дней до землетрясения с $M=5{,}8$. Рассчитанные нами времена смещения между массивами количества импульсов ЭМИ и деформаций X и Y попадают в этот интервал.

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

(Поступило 8.9.1988)

გეოფიზიკა

ა. ტარიელაძე, პ. მანჯგალაძე, ზ. ქვათაძე

ფარავნის 1986 წ. 13 მაისის მიწისძვრის პერიოდში ელექტრომაგნიტური გამოსხივების დეფორმაციებთან კავშირის შესახებ

რეზიუმე

გამოკვლეულია კორელაციური კავშირი ელექტრომაგნიტური გამოსხივების იმპულსთა რაოდენობის ვარიაციასა და გამოთვლილ სეისმოგენურ დეფორმაციებს შორის. ნაჩვენებია, რომ კორელაციის ოპტიმალური კოეფიციენტი აღწევს 0,737-ს, როცა ფარდობითი დროითი წანაცვლება შეადგენს 3 დღეს. ეს წანაცვლება კარგად ეთანხმება ემპირიულ დამოკიდებულებას ელექტრომაგნიტური გამოსხივების წინამორბედი ანომალიების წარმოქმნის დროსა და მიწისძვრის მაგნიტუდას შორის.

GEOPHYSICS

A. N. TARIELADZE, P. V. MANJGALADZE, Z. A. KVATADZE

ON THE RELATIONSHIP BETWEEN ELECTROMAGNETIC EMISSION AND STRAIN DURING PARAVANI EARTHQUAKE OF 13. 05. 1986.

Summary

The correlation between the number of pulses of EME and calculated seismogenic strain was studied. It is shown that the correlation coefficient is equal to 0,737 at the relative time shift of days. This time shift corresponds well to the empirical relationship between the precursor time of EME and earthquake magnitude.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Б. Гохберг, В. А. Моргунов, И. В. Матвеев. Оперативные электромагнитные предвестники землетрясений. М., 1985, 115.
2. М. Б. Гохберг, И. В. Матвеев, В. А. Моргунов. Прогноз землетрясений, № 7, 1986.
3. И. П. Добровольский. Механика подготовки тектонического землетрясения. М., 1984.
4. Э. А. Джибладзе. Энергия землетрясений. Сейсмический режим и сейсмотектонические движения Кавказа. Тбилиси 1980.
5. F. Bella *et al.* IL Nuovo Cimento, 10 C, 5, 1987.
6. С. И. Зубков. Изв. АН СССР, сер. «Физика Земли», 5, 1987.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 551.5

ГЕОФИЗИКА

Э. Ш. ЭЛИЗБАРАШВИЛИ

О ВЛИЯНИИ МАССИВНОСТИ БОЛЬШОГО КАВКАЗА НА ПОЛЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 30.5.1988)

Создание надежной базы климатологической информации для горных районов Кавказа, необходимой в связи с освоением этих районов, требует всесторонней оценки климатообразующего влияния горного рельефа. В предыдущих наших исследованиях были выполнены подробные оценки климатообразующего влияния высоты местности [1, 2], крутизны и экспозиции склонов [3], а также всего комплекса морфометрических факторов рельефа [4]. Ниже рассматривается влияние массивности гор Главного Кавказского хребта на приземное поле температуры.

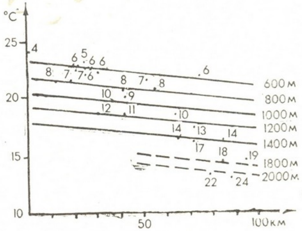


Рис. 1. Зависимость средней месячной температуры воздуха от высоты местности и расстояния до широты Тбилиси. Центральная часть Южного склона Большого Кавказа. Июль. Цифры у точек обозначают высоту станции в сотнях метров

На рис. 1 представлен пример комплексной зависимости средней месячной температуры воздуха от высоты и широты местности для центральной части Южного склона Большого Кавказа. Подобные зависимости, построенные для различных районов и сезонов года, позволили оценить вклады вертикальной и горизонтальной составляющих температурного градиента (см. табл. 1).

Составляющие градиента температуры на Южном склоне Большого Кавказа

Составляющие	Западная часть		Центральная часть	
	Январь	Июль	Январь	Июль
Вертикальная, °С/100 м	0—50—0,52	0,53—0,55	0,53—0,54	0,62—0,66
Широтная, °С/100 км	1,0—1,1	2,0—2,3	1,0	2,0—2,2

Если учесть, что средний планетарный градиент температуры равен 0,5° на 100 км, то влияние массивности гор Кавказа летом определяется величиной, равной 1,5—1,8°С на 100 км.

Представленные в таблице данные послужили основой для построения полей температур, приведенных к высоте и широте Тбилиси. Данные станций, расположенных на Колхидской низменности, приведены к высоте Тбилиси с помощью вертикальных градиентов, обоснованных в [2]. Использованы данные наблюдений 50 метеорологических станций.

Полученное, с учетом изложенных условий, поле летних температур является однородным. Величины средних месячных температур июля изменяются в диапазоне не более 1° и составляют 24—25°С. Хотя наименьшие температуры преобладают на западе, все же значимый долготный эффект не обнаруживается.

Поле зимних температур характеризуется исключительной неоднородностью, величины температур меняются в пределах от 0 до 5°С. Существенное повышение температуры отмечается в западной части Кавказа и на Колхидской низменности.

Причину столь существенного возрастания температуры на западе в холодный период года следует искать не только в оттепляющем влиянии Черного моря, но и в сезонном характере синоптических процессов атмосферы. Летом преобладающими являются западные процессы, их повторяемость составляет 54%, практически не наблюдаются вторжения воздушных масс с востока [2]. Западные процессы последовательно распространяются на всей территории Грузии и вызывают некоторое сглаживание поля температуры, вследствие чего не обнаруживается долготный эффект.

Зимой повторяемость западных процессов уменьшается и активизируются восточные процессы, при которых в Восточной Грузии преобладает пасмурная погода с низкими облаками слоистых форм, туманами, осадками и понижением температуры. Восточные процессы не оказывают существенного влияния на Западную Грузию, где удерживается преимущественно ясная, сухая погода с повышенными температурами, что и отражается на поле январских температур.

Результаты анализа трендов температуры показали, что вековой ход температуры в Тбилиси в основных чертах согласуется с вековым ходом, характерным для внеэкваториальной зоны северного полушария [5]. Вместе с тем, естественная изменчивость атмосферных процессов часто в ходе температур проявлялась слабо или имела второстепенное значение. Более того, начиная с 50-х годов, в период похолодания температура воздуха в Тбилиси резко повысилась (особенно в холодный период года). Причиной этого являлось влияние городских условий.

В горной и высокогорной зонах (Гудаури, Казбеги) закономерного повышения температуры за этот период не отмечалось. Не отмечалось также закономерного падения температуры, обусловленного эпохой похолодания. Таким образом, в ходе ступенчатых трендов температуры в горах слабее, чем в низинах, проявляется естественная изменчивость атмосферных процессов. Более того, на общем фоне потепления в низинной зоне в горах может наблюдаться даже похолодание. На это впервые было обращено внимание Ф. Ф. Давитая [6], объяснившего такую разность особенностями характера подстилающей поверхности в горах с наличием ледников.

Такой характер изменения трендов температуры воздуха в различных высотных зонах позволил установить зависимость изменчивости вертикального градиента температуры от изменчивости температуры на исходном уровне (см. рис. 2).

Из рис. 2 следует, что зависимость летом имеет линейный характер, а зимой близка к гиперболической. Сложный характер зависимости в зимний период, очевидно, связан с характерными для зимы мощными температурными инверсиями [1].

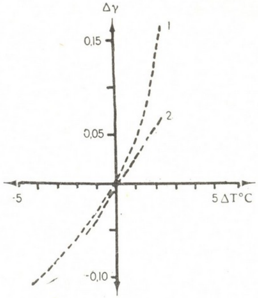


Рис. 2. Зависимость отклонения вертикального градиента температуры от отклонения температуры на исходном уровне относительно многолетних данных

Методом наименьших квадратов выполнены оценки параметров многочленов и установлены следующие виды зависимостей:

$$\Delta\gamma_1 = 0{,}006\ \Delta T_1^3 + 0{,}007\ \Delta T_1^2 - 0{,}002,$$

$$\Delta\gamma_2 = 0{,}028\ \Delta T_2 - 0{,}013,$$

где индексы 1 и 2 соответствуют январю и июлю.

С учетом составляющих градиентов и полученных формул рассчитаны фоновые значения температуры воздуха и ее изменчивости в высокогорной зоне Главного Кавказского хребта.

НИИ курортологии физиотерапии
Грузинской ССР

(Поступило 2.6.1988)

გეოფიზიკა

ე. ელიზბარაშვილი

დიდი კავკასიონის მასიურობის გავლენის შესახებ ტემპერატურის ველზე

რეზიუმე

გამოყოფილია ტემპერატურის გრადიენტის ვერტიკალური და ჰორიზონტალური მდგენელები. მიღებულია ტემპერატურის ველები დაყვანილი სიმაღლისა და განედის საერთო დონეებზე, შეფასებულია შავი ზღვის და ატმოსფეროს სინოპტიკური პროცესების გავლენა ტემპერატურის ველზე.

გამოკვლეულია ტემპერატურის საუკუნითი სვლა სხვადასხვა სიმაღლით სარტყელში.

GEOPHYSICS

E. Sh. ELIZBARASHVILI

ON THE EFFECT OF THE GREATER CAUCASUS MASSIVENESS UPON THE TEMPERATURE FIELD

Summary

The paper deals with the determination of horizontal and vertical constituents of temperature gradients and fields of reduced temperatures, evaluation of the influence of the Black Sea and atmospheric synoptic processes upon the temperature field, and investigation of the secular course of temperature in different altitudinal zones.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. Ш. Элизбарашвили. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 4, 1978, 97—104.
2. З. Б. Хведелидзе, Э. Ш. Элизбарашвили. Влияние рельефа на атмосферные процессы. Тбилиси, 1984, 47.
3. Э. Ш. Элизбарашвили. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 2, 1984, 77—84.
4. Э. Ш. Элизбарашвили, Т. В. Хеладзе. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 1, 1988, 106—112.
5. М. И. Будыко. Климат в прошлом и будущем. Л., 1980, 350.
6. Ф. Ф. Давитая. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 6, 1972, 3—12.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 551.588

ГЕОФИЗИКА

З. В. ХВЕДЕЛИДЗЕ, Э. Ш. ЭЛИЗБАРАШВИЛИ, Т. В. ХЕЛАДЗЕ

К ОБЪЕКТИВНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ГОРНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ ПО МЕСТОПОЛОЖЕНИЮ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 1.4.1988)

Выполненные в последние годы работы по горной климатологии Средней Азии и Закавказья [1, 2] позволили близко подойти к проблеме объективной классификации горных метеорологических станций.

В работе [2] разработана схема классификации горных метеорологических станций по местоположению. Однако в ней морфометрические факторы рельефа представлены дискретно, нет обоснованного деления критериев на градации. Характеристика же станций набором морфометрических факторов рельефа не означает их классификации. Объективная классификация подразумевает установление строгих границ между различными классами морфометрических факторов рельефа. Границы классов обосновываются с учетом статистических связей и доверительных интервалов информативных морфометрических факторов рельефа, выявленных ранее для Южного склона Большого Кавказа [3].

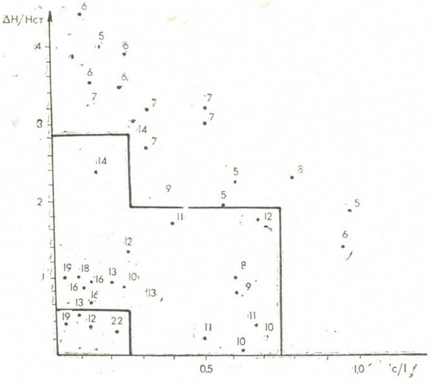


Рис. 1. Зависимость $\frac{l_{ст}}{l}$ и $\frac{\Delta H}{H_{ст}}$ В от высоты местности по материалам [3]. Цифры у точек обозначают высоту местности в сотнях метров

Из рис. 1 следует, что станции с высотой более 2000 м (будем их называть высокогорными) расположены лишь в верхней части долины, где $\frac{l_{ст}}{l} < 0{,}25$, станции с высотой 1000—2000 м (среднегорные) расположены как в верхней части долины, так и в ее центре, где $\frac{l_{\text{ст}}}{l} \leqslant 0{,}75$, а в нижней части долины, где $\frac{l_{\text{ст}}}{l} > 0{,}75$, имеем одни низкогорные станции с высотой менее 1000 м. В соответствии с этими критериями выделены следующие классы: верховье долины $\left(\frac{l_{\text{ст}}}{l} \leqslant 0{,}25\right)$, ее центральная часть (0,26—0,75) и низовье долины $\left(\frac{l_{\text{ст}}}{l} \leqslant 0{,}75\right)$.

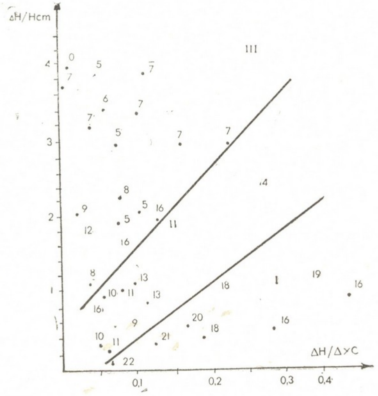


Рис. 2. Зависимость $\frac{\Delta H}{H_{\text{ст}}}$ B и $\frac{\Delta H}{\Delta x}$ C от высоты местности по материалам [3]. Обозначения те же, что на рис. 1

Из того же рисунка следует, что $\frac{\Delta H}{H_{\text{ст}}}$ В в верховьях долин для высокогорных станций составляет менее 0,5, для среднегорных станций изменяется в диапазоне от 0,5 до 2,8 (при этом здесь преобладают станции верхнего пояса среднегорной зоны с высотой более 1500 м), а для низкогорных станций превышает 2,8. В центральной части долины высокогорные станции отсутствуют; для большинства среднегорных станций (преимущественно нижнего пояса, с высотой менее 1500 м) $\frac{\Delta H}{H_{\text{ст}}}$ B составляет менее 1,9, а для низкогорных станций — более 1,9. В низовьях долин расположены лишь низкогорные станции. Эти критерии используются для выделения границ высотных зон.

На рис. 2 четко выделяются три зоны зависимости $\frac{\Delta H}{H_{\text{ст}}}$ и $\frac{\Delta H}{\Delta x}$ от высоты местности. Первая зона соответствует районам, высота которых приближается к 2000 м или превышает ее, вторая зона охватывает основную часть среднегорных станций, а в третьей зоне преобладают низкогорные станции.

Средняя защищенность (экранированность) для станций первой зоны составляет 0,20, а для станций третьей зоны — 0,5. Эти критерии положены в основу классификации станций по защищенности.

Схема классификации горных метеорологических станций по местоположению для Южного склона Большого Кавказа

Параметр	Градация	Словесная характеристика	Код
$\frac{X}{L}$	0—0,20	Западная периферия горной системы	1
	0,21—0,40	Западная часть „ „	2
	0,41—0,60	Центральная „ „ „	3
	0,61—0,80	Восточная „ „ „	4
	0,80—1,00	Восточная периферия „ „	5
	0—0,25	Верховое долины	6
$\frac{l_{ст}}{l}$	$\frac{\Delta H}{H_{ст}}<0,25$	а) высокогорная зона	6а
$\frac{l_{ст}}{l}$	$\frac{\Delta H}{H_{ст}}=0,25—2,8$	б) среднегорная зона (верхний пояс)	6б
	$\frac{\Delta H}{H_{ст}}>2,8$	в) низкогорная зона	6в
$\frac{l_{ст}}{l}$	0,26—0,75	Центральная часть долины	7
	$\frac{\Delta H}{H_{ст}}\leqslant 1,9$	б) среднегорная зона (нижний пояс)	7б
$\frac{l_{ст}}{l}$	$\frac{\Delta H}{H_{ст}}>1,9$	в) низкогорная зона	7в
	0,76—1,00	Низовье долины	8
		Низкогорная зона	8в
	>1,00	За пределами долины	9
$\frac{s_ц}{s_{ст\cdot д\cdot}}$	<0	Правый склон	10
	=0—0,25	Подножье правого склона	11
	=0,26—0,75	Ось долины	12
	=0,76—1,00	Подножье левого склона	13
	>1,00	Левый склон	14
$\frac{s}{l}$	=0—0,25	Ущелье	15
	=0,26—0,75	Долина	16
	⩾0,76	Котловина	17
$\frac{\Delta H}{\Delta x}$	=0, —0,05	Малая защищенность	18
	=0,06—0,20	Умеренная защищенность	19
	⩾0,21	Значительная защищенность	20

При выделении критериев для остальных морфометрических факторов рельефа надежные статистические связи не обнаружены. Доверительные границы критериев, соответствующих центральной части горной системы, обоснованы с помощью параметра

$$\varepsilon = t(p,k)\frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \tag{1}$$

где ε—доверительный интервал, $t(p,k)$—параметр Стьюдента, σ—средняя квадратическая ошибка, n—число станции, k—число степеней свободы.

Подставляя в (1) соответствующие значения о надежностью $P+0{,}99$, получаем $\varepsilon=2{,}704\,\frac{0{,}19}{\sqrt{42}}=0{,}08$.

Следовательно, в качестве центральной части горной системы Кавказа в конкретном случае можно принять интервал $0{,}50 \pm 0{,}08$, т. е. границами данного класса являются 0,40 и 0,60 $\left(\text{среднее значение } \frac{X}{L} \text{ близко к } 0{,}50\right)$. Если $\frac{X}{L} < 0{,}40$, то имеем западную часть, а при $\frac{X}{L} > 0{,}60$—восточную часть горной системы Кавказа.

В этих классах следует выделить периферийные части, где наиболее четко проявляется влияние Черного моря (запад) или, наоборот, усиливается континентальность (восток).

Классификация формы рельефа $\left(\frac{s}{l}\right)$ и местоположения относительно оси долины $\left(\frac{s_{ц}}{s_{ст\cdot д}}\right)$, обоснованная с учетом их изменчивости, представлена в таблице.

Разработанный принцип объективной классификации горных метеорологических станций может быть использован при рациональном планировании сети метеорологических станций в горах, подборе станций-дублеров, реперных станций и др.

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

Тбилисский государственный университет
НИИ курортологии и физиотерапии Грузии

(Поступило 22.4.1988)

გეოფიზიკა

ზ. ხვედელიძე, ე. ელიზბარაშვილი, თ. ხელაძე

მთის მეტეოროლოგიური სადგურების ობიექტური კლასიფიკაცია ადგილმდებარეობის მიხედვით

რეზიუმე

მთავარი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის მაგალითზე დამუშავებულია მთის მეტეოროლოგიური სადგურების ობიექტური კლასიფიკაციის პრინციპი, დამყარებული რელიეფის მორფომეტრიული ფაქტორების ურთიერთკავშირებზე.

GEOPHYSICS

Z. V. KHVEDELIDZE, E. Sh. ELIZBARASHVILI, T. V. KHELADZE

UNBIASED CLASSIFICATION OF MOUNTAIN METEOROLOGICAL STATIONS BY THEIR SITES

Summary

The principle of unbiased classification for mountain meteorological stations based on statistical relationship of the terrain morphometric factors has been worked out, with the southern slope of the Greater Caucasus used as an example.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. В. Хеладзе, Э. Ш. Элизбарашвили, Д. В. Гогиашвили. Сообщения АН ГССР, 126, № 3, 1987.
2. С. Г. Чанышева, О. И. Субботина. Метеорология и гидрология, № 3, 1987.
3. Э. Ш. Элизбарашвили, Т. В. Хеладзе. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 1, 1988.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 543.72

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. Г. ДЖИНЧАРАДЗЕ, С. Н. ПАПУАШВИЛИ, М. А. ГОРДАДЗЕ, К. Г. ГОЗАЛИШВИЛИ

ПРИМЕНЕНИЕ ПОРОШКОВОГО ПОЛНОПРОФИЛЬНОГО РЕНТГЕНОСТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Цинцадзе 28.9.1988)

Разработка новых строительных материалов различного назначения все более опирается на изучение фундаментальных взаимосвязей структурных характеристик и других физико-химических свойств веществ. Наиболее полную информацию о структурном состоянии вещества дает рентгеноструктурный анализ поликристаллических объектов. Применение вычислительной техники для обработки данных и автоматизации эксперимента создает дополнительные возможности для надежного, прецизионного и экспрессного решения широкого круга структурных задач. При этом весьма актуальными являются качественный и количественный фазовый анализ, индицирование порошковых дифрактограмм и определение параметров решетки, размеров частиц, механических напряжений и т. д.

Во время технологического процесса природные материалы, входящие в состав сырьевых смесей, претерпевают сложные изменения с образованием различных минеральных фаз, составляющих основу технических продуктов. Колебания минерального состава могут быть весьма разнообразны как качественно, так и количественно, что дает заметное различие в физико-химических свойствах.

Сравнительно новым средством для получения информации по этим вопросам является метод порошкового полнопрофильного рентгеноструктурного анализа (ППА) [1].

Этот метод по программе «Поликристалл», разработанный в Институте катализа СО АН СССР, был опробован нами на цементном клинкере Руставского цементного завода.

Эксперимент проводился на рентгеновских дифрактометрах ДРОН-3 и HBG с использованием CuK_α- и CuK_β-излучений соответственно. При съемке использовались две системы щелей Соллера с углом расходимости 2:30. Условия съемки $\tau=10,$, $v=\frac{1}{8}$, время экспозиции 1×10, скорость бумаги 1 мм/мин.

Рентгенофазовый анализ показал, что образцы в основном содержат трехкальциевый силикат и браунмиллерит:

$$3\,CaO\cdot SiO_2 + 4\,CaO\cdot Al_2O_3\cdot Fl_2O_3.$$

Для расчета теоретических дифрактограмм были использованы структурные данные (параметры ячейки, пространственная группа симметрий, координаты атомов) для синтетических C_3S и C_4AF, приведенные в работах [2, 3].

Расчет проводился на ЭВМ-ЕС8040. В частности, были рассчитаны межплоскостные расстояния, интенсивности и дифракционные индексы для C_3S и C_4AF.

Результаты расшифровки дифрактограммы, отснятой для ППА с разделением наложившихся дифракционных максимумов, с получением независимых интегральных интенсивностей, и теоретические данные приведены в таблице.

Теоретическая и экспериментальная рентгенограммы образца цементного клинкера для ППА

Фазы	$2\Theta_{экс}$	$2\Theta_{теор}$	$d\beta_{экс}$	$d\beta_{теор}$	$I_{экс}$	$I_{теор}$	$hkl_{теор}$
C_4AF	10,95	11,019	7,289	7,250	60	75	020
C_3S	26,44	26,406	3,044	3,047	20	28	141
C_3S	26,67	26,61	3,019	3,025	100	50	303
C_3S	27,087	26,989	2,973	2,983	10	11	204
C_3S	29,075	29,073	2,773	2,773	35	39	044
C_3S	29,287	20,205	2,754	2,761	50	46	042
C_3S	29,419	29,438	2,741	2,739	35	43	402
C_4AF	30,387	30,554	2,657	2,641	10	100	141
C_3S	30,95	30,852	2,608	2,617	35	35	105
C_3S	34,938	34,886	2,319	2,325	10	26	501
C_4AF	37,537	37,739	2,163	2,159	15	25	442
C_3S	42,075	42,069	1,939	1,939	20	22	600
C_4AF	42,098	42,105	1,937	1,937	15	10	202
C_4AF	42,275	42,305	1,930	1,829	50	50	080
C_4AF	43,85	43,852	1,863	1,864	10	16	222
C_4AF	45,505	45,170	1,80	1,812	10	23	080

Наблюдаемые небольшие отклонения между теоретическими и экспериментальными интенсивностями, а также межплоскостными расстояниями однозначно указывают на то, что структура исследуемого объекта отличается от механических смесей синтетических C_4AF и C_3S.

Для объяснения причины отличия был применен метод проб и ошибок. При неизменных координатах атомов менялись атомные факторы и рассчитывались факторы расходимости R.

Как показал расчет, минимальное значение R-фактора получается, если атомы алюминия заменить атомами магния. В частности, атомы магния занимают в ромбоэдрической ячейке четырехкратную позицию с относительными координатами $x=0{,}9280$; $y=0{,}2500$; $z=0{,}9450$.

Замещение атомов алюминия на магний подтверждается химическим анализом образцов, указывающим на высокое содержание магния в образце.

Таким образом, можно констатировать, что даже неполное использование возможностей метода полнопрофильного анализа по программе «Поликристалл» показывает интересную перспективу его дальнейшего применения.

КНИИСМ «ГрузНИИстром»

(Поступило 13.10.1988)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

გ. ჯინჭარაძე, ს. პაპუაშვილი, მ. გორდაძე, ქ. გოზალიშვილი

ფხვნილური სრულპროფილიანი რენტგენოსტრუქტურული ანალიზის გამოყენება ცემენტის კლინკერის შესწავლაში

რეზიუმე

სრულპროფილიანი რენტგენოსტრუქტურული ანალიზის მეთოდი აპრობირებულია ცემენტის კლინკერის მიმართ. ძირითადი მინერალების C_3S და C_4AF შესწავლისას გამოირკვა, რომ C_4AF-ის ნაწილში ალუმინის ატომები ჩანაცვლებულია მაგნიუმით.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

G. G. JINCHARADZE, S. N. PAPUASHVILI M. A. GORDADZE,
K. G. GOZALISHVILI

APPLICATION OF THE POWDER FULL-PROFILE X-RAY DIFFRACTION ANALYSIS IN THE STUDY OF CEMENT CLINKER

Summary

The method of full-profile X-ray diffraction analysis was applied to the cement clinker of the Rustavi cement plant. A study of C_3S and C_4AF base minerals showed that in C_4AF the atoms of aluminium are replaced by the Atoms of Magnium.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Сб. «Рентгеноструктурный анализ поликристаллов (полнопрофильный анализ)». Элиста, 1986.
2. Н. И. Головастиков, Р. Г. Матвеев, Н. В. Белов. Кристаллография, 20, № 4, 1975.
3. E. T. Bertaut. Blum P. "Acta Cryst.", 13, 12, 1959.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 538.2

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

З. Б. ЧАЧХИАНИ, Э. У. ЦУЦКИРИДЗЕ, Л. Г. ЧАЧХИАНИ,
А. В. ПЕЧЕННИКОВ, А. С. КАШИНЦЕВ

МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ СИСТЕМЫ $ErFe_2 — ErNi_2$

(Представлено членом-корреспондентом АН ГССР Г. В. Цинцадзе 10.7.1988)

Настоящая работа посвящена исследованию магнитных свойств соединений эрбия с 3d-металлами и их твердых растворов, обладающих кубической структурой типа $MgCu_2$ (C 15), а именно соединений $ErFe_2$, $ErNi_2$ и псевдобинарных соединений системы $ErFe_2—ErNi_2$, где x=5; 15; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 75; 80; 85; 90; и 95 $ErNi_2$.

Образцы приготовлялись в дуговой печи в атмосфере аргона. Гомогенизирующий отжиг проводился в двойных вакуумированных кварцевых ампулах при 1150 К в течение одного месяца. Рентгенофазовый и микроструктурный анализы показали, что все образцы имеют кубическую фазу C15 и их параметры хорошо согласуются с литературными данными [1]. Во всех сплавах присутствует небольшое количество второй фазы. Магнитные свойства синтезированных образцов исследовались в температурном интервале 80—1000 К в магнитных полях напряженностью до 12 кЭ. В области низких температур измерения осуществлялись с помощью вибрационного магнитометра, а при температурах выше ферромагнитной температуры Кюри использовались маятниковые магнитные весы [2]. Градуировка установок осуществлялась при помощи электрического никеля.

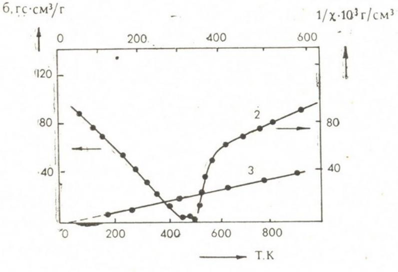


Рис. 1. Температурная зависимость удельной намагниченности σ для соединения $ErFe_2$ (1) и обратной величины магнитной восприимчивости $1/\chi$ для соединений $ErFe_2$ (2) и $ErNi_2$ (3)

Результаты исследования исходных бинарных соединений $ErNi_2$ и $ErFe_2$ показали, что соединение $ErNi_2$ в исследованном температурном интервале является парамагнетиком, восприимчивость которого подчиняется закону Кюри—Вейсса с $\Theta_p=19$ К и $\mu_{эф}=9{,}3\ \mu_B$ (рис. 1). По данным работы [1], $\Theta_p=21$ К, а $\mu_{эф}=9{,}4\ \mu_B$.

Соединение $ErFe_2$ является ферромагнетиком, самопроизвольная намагниченность σ_s которого с увеличением температуры монотонно уменьшается и ниже 500 К наблюдается точка магнитной компенсации (рис. 1), при которой σ_s близка к нулю. Ферромагнитная температура Кюри Q_f этого соединения равна 570 К, а значение магнитного момента при 80 К — 5,9 μ_B. Это значение удовлетворительно согласуется с предположением о наличии в этом соединении двух антипараллельных магнитных подрешеток — атомов железа и атомов эрбия. Согласно этой модели, которая была подтверждена для соединений типа RFe_2 нейтронографическими исследованиями [3], магнитный момент на формульную единицу определяется по соотношению

$$\mu = \nu_1 \mu_{Er} - \nu_2 \mu_{Fe},$$

где ν_1 и ν_2 — атомная концентрация атомов эрбия и железа.

Полученное значение эффективного магнитного момента для соединения $ErNi_2$ (9,3—9,4) μ_B показало, что в этом соединении у атома никеля магнитный момент отсутствует, что можно объяснить пе-

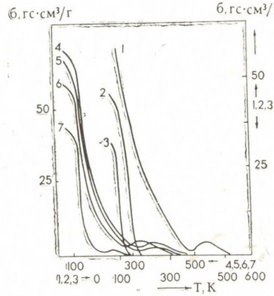


Рис. 2. Температурная зависимость удельной намагниченности σ для соединений состава: 1—5; 2—70; 3—80; 4—10; 5—20; 6—30; 7—60 ат% $ErNi_2$; ост. $ErFe_2$

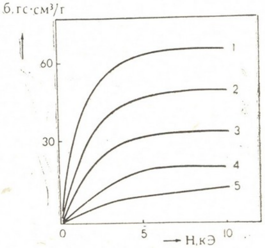


Рис. 3. Изотермы намагничивания для $ErFe_2$—$ErNi_2$: 1—80; 2—100; 3—150; 4—200; 5—300 К

реходом электронов от атомов РЗЭ к никелю, заполнением 3d-состояния и образованием нейтрального атома никеля с конфигурацией $3d^{10}$. Что касается значения магнитного момента атома эрбия в $ErNi_2$ и F_1F_3, то он оказался меньше теоретического значения для трехвалентного иона эрбия, что объясняется замораживанием орбитальной составляющей [5].

Таким образом, в соединении $ErNi_2$ общий магнитный момент обусловлен только атомами эрбия, а в $ErFe_2$ также атомами железа.

На рис. 2 показана температурная зависимость спонтанной удельной намагниченности для некоторых образцов системы $Er(Fe_{1-x}Ni_x)_2$, а на рис. 3—изотермы намагниченности для одного из них.

Точка магнитной компенсации наблюдается у образцов до 40 ат% $ErNi_2$ и с увеличением содержания никеля смещается в область низких температур (рис. 4). Коэрцитивная сила H_c, определенная при 80 К, также с увеличением содержания никеля уменьшается от 400 Э для $ErFe_2$ до 130 Э для состава с 90 ат % $ErNi_2$ (рис. 4 и 5). С повышением температуры при приближении к точке компенсация как со стороны высоких, так и низких температур H_c резко возрастает, а в непосредственной окрестности Θ_k H_c уменьшается почти до нуля, что объясняется компенсацией магнитных моментов подрешеток железа и эрбия. Аналогичное поведение наблюдается в ферритах-гранатах [6], что указывает на определенное сходство в их магнитных структурах.

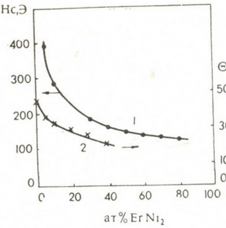


Рис. 4. Зависимость коэрцитивной силы H_c (1) и температуры компенсации Θ_k от состава (2)

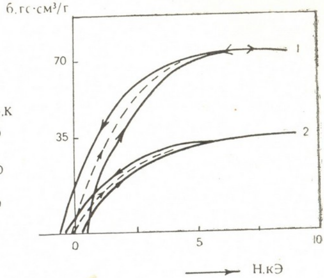


Рис. 5. Петли гистерезиса для составов: 1—10; 2—70 ат% $ErNi_2$, ост. $ErFe_2$

Что касается ферромагнитной температуры Кюри Θ_f, то она также с увеличением никеля уменьшается. В парамагнитной области от T изменяется по сложному закону.

В изученной нами системе $Er(Fe_{1-x}Ni_x)_2$ следует рассматривать три типа взаимодействий, а именно R — R, R — d и d — d. Самым слабым является косвенное взаимодействие R — R, которое осуществляется через спиновую поляризацию электронов проводимости. Взаимодействие d — d значительно сильнее и подавляет взаимодействие R — R. Но в некоторых случаях, когда 3 d-металлы не имеют магнитного момента, как в случае соединения $ErNi_2$, можно изучить взаимодействие R — R. Взаимодействие R — d по своей величине лежит между взаимодействиями R — R и d — d и осуществляется косвенным образом через электроны проводимости.

В исследованной системе у сплавов с большим содержанием никеля преобладает слабое R—R-взаимодействие, которое и обусловливает небольшие значения температуры Кюри. По мере замещения атомов никеля атомами железа увеличивается роль взаимодействия d—d между атомами железа, что и приводит к резкому увеличению Θ_f, и у соединения $ErFe_2$ она принимает максимальное значение. Что касается взаимодействия R—d, то оно такого же порядка, что и R—R, и не может оказывать существенного влияния на магнитные свойства исследованных соединений.

Таким образом, результаты исследования магнитных свойств системы $ErFe_2$—$ErNi_2$ показали, что в ней существуют две магнитные подрешетки: 4f и 3d-металлов, суммарные магнитные моменты которых ориентированы антипараллельно, при этом преобладающим обменным взаимодействием является прямое взаимодействие типа d—d между атомами железа.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 27.10.1988)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

ზ. ჩაჩხიანი, ე. ცუცქირიძე, ლ. ჩაჩხიანი, ა. პეჩენიკოვი, ა. კაშინცევი

$ErFe_2$—$ErNi_2$ მყარი ხსნარების მაგნიტური თვისებები

რეზიუმე

შესწავლილია $ErFe_2$—$ErNi_2$ მყარი ხსნარების მაგნიტური თვისებები 80—1000K ტემპერატურისა და კონცენტრაციის სრულ შუალედში.

განსაზღვრულია კიურის ტემპერატურის და კოერციული ძალის ტემპერატურული დამოკიდებულება.

ნაჩვენებია, რომ შესწავლილ ხსნარებში არსებობს ორი მაგნიტური ქვემესერი, რომლებიც ერთმანეთის მიმართ ორიენტირებულია ანტიპარალელურად.

უპირატესი გაცვლითი ურთიერთქმედება ხდება რკინის ატომებს შორის.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

Z. B. CHACHKIANI, E. U. TSUTSKIRIDZE, L. G. CHACHKHIANI,
A. V. PECHENNIKOV, A. S. KASHINTSEV

MAGNETIC PROPERTIES OF $ErFe_2$—$ErNi_2$ SYSTEM SOLID SOLUTIONS

Summary

Magnetic properties of $ErFe_2$—$ErNi_2$ system solid solutions throughout the domain of concentration within the temperature range of 80—1000 K are investigated.

Concentration dependences of Curie ferro-magnetic temperature, temperatures of magnetic compensation and coercive force are determined. It is shown that in the system under study there are two magnetic sublattices with antiparallelly oriented magnetic moments. Interrelation between ferrum atoms is the predominant exchange interrelation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REERENCES

1. К. Тейлор. Интерметаллические соединения редкоземельных металлов. М., 1974.
2. В. И. Чечерников. Магнитные измерения. М., 1969.
3. I. Morean *et al.* James W. J de Phys. 1971, 32, p. 670.
4. K. Buschow, RP. Van Stapele. J. App. Phys. 1970, 41, p. 4066.
5. B. Bleaney. Proc. Roy Soc. 1963, A 276, p. 28.
6. К. П. Белов, А. М. Бислаев, С. А. Никитин, В. Е. Колесниченко. ФММ, 34, вып. 3, 1972, 470.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 547.459

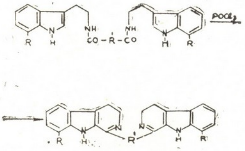
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Д. Р. ЛАГИДЗЕ, Л. Я. ТАЛАКВАДЗЕ, Т. Н. РЕВАЗИШВИЛИ,
Р. М. ЛАГИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР)

СИНТЕЗ β-КАРБОЛИНОВ НА ОСНОВЕ АМИДОВ АДИПИНОВОЙ, ИЗОФТАЛЕВОЙ И 4-ФЕНИЛПЕНТАНОВОЙ КИСЛОТ

Ранее нами был описан синтез ряда новых жирноароматических аналогов мелатонина, некоторые из которых характеризуются выраженной противоопухолевой активностью. Впервые было показано также, что продукты их циклизации—соответствующие β-карболины представляют интерес в качестве потенциальных гипотезивных веществ [1—3]. Позже было установлено, что выраженной противоопухолевой активностью обладают также диамиды янтарной глутаровой, адипиновой и изофталевой кислот триптамина и 7-метилтриптамина [4, 5].

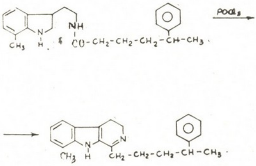
В настоящей работе мы осуществили синтез пяти новых β-карболинов (I—V) взаимодействием хлорангидридов вышеперечисленных кислот с триптамином и 7-метилтриптамином и последующей циклизацией соответствующих амидов в обычных условиях реакции Бишлера—Напиральского:



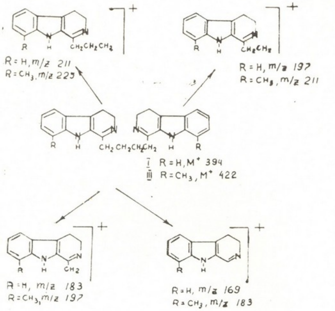
I – IV

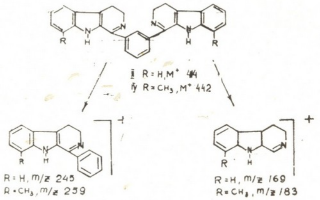
I. $R = H, R' = (CH_2)_4$; II. $R = H, R' =$ ⌬;

III. $R = CH_3, R' = (CH_2)_4$; IV. $R = CH_3, R' =$ ⌬;



В ИК-спектрах производных β-карболина (I—V) наблюдаются характеристические полосы поглощения C=N-связи шестичленного кольца при 1640 $см^{-1}$ и NH-индольного кольца в области 3400 $см^{-1}$. В масс-спектрах этих соединений отмечаются соответствующие пики молекулярных ионов, распад которых происходит с образованием характерных для них фрагментов (см. схему). Распад молекулярного иона (V) происходит аналогично распаду ранее описанных нами производных β-карболина [6]:





ИК-спектры сняты на спектрофотометре UR-20 в таблетках KBr, масс-спектры — на масс-спектрометре МХ-1303. Контроль за ходом реакции и чистотой полученных соединений осуществлялся методом ТСХ на незакрепленном слое окиси алюминия (II степени активности) в системе растворителей бензол-ацетон 1:1.

1,4-/1,1-бис(3,4-дигидро-β-карболин)/бутан (I). К раствору 1 г (2 ммоль) бис/2-(индолил-3)этиламида/адипиновой кислоты в 30 мл сухого бензола прибавляют 3,6 мл $POCl_3$ и реакционную смесь кипятят 2 ч. Затем растворитель упаривают, сухой остаток растворяют в небольшом количестве уксусной кислоты и кипятят 30 мин. Горячий раствор фильтруют, при охлаждении добавляют 25%-ный водный раствор аммиака, образовавшуюся суспензию экстрагируют хлороформом (5×15 мл). Объединенные хлороформенные вытяжки промывают водой и высушивают над Na_2SO_4. Растворитель упаривают и образовавшийся желтый остаток хроматографируют через колонку с окисью алюминия, элюируя бензолом. Выход 0,5 г (54%), т. пл. 176°С (разл.), Rf 0,4. ИК-спектр, $см^{-1}$: 3400 (NH индольного кольца), 1640 (C=N). Найдено, %: С 78,92; Н 6,40; N13,90. M^+ 394 (масс-спектрометрически). $C_{26}H_{26}N_4$. Вычислено, %: С 79,19; Н 6,59; N 14,21. M 394.

Соединения (II—V) получены в условиях, аналогичных предыдущему опыту.

1,3-/1,1-бис(3,4-дигидро-β-карболин)/бензол (II). Получают из 1 г (2 ммоль) бис/2-(индолил-3)этиламида/изофталевой кислоты. Выход 0,35 г (38%), т. пл. 165°C (разл.), Rf 0,38. ИК-спектр, см$^{-1}$: 3380 (NH индольного кольца), 1626 (C=N). Найдено, %: C 81,43, H 5,63; N 13,72. $M^{+\cdot}$ 414 (масс-спектрометрически). $C_{28}H_{22}N_4$. Вычислено, %: C 81,18; H 5,31; N 13,53. M 414.

1,4-/1,1-(8-метил-3,4-дигидро-β-карболин)/бутан (III). Получают из 0,8 г (1 ммоль) бис/2-(7-метилиндолил-3)этиламида/адипиновой кислоты и 3,5 мл $POCl_3$. Выход 0,25 г (46%), т. пл. 91°C (разл.), Rf 0,35. ИК-спектр, см$^{-1}$:3395 (NH индольного кольца), 1164 (C=N). Найдено, %: C 79,60; H 7,08; N 13,28. $M^{+\cdot}$ 422 (масс спектрометрически). $C_{28}H_{30}N_4$. Вычислено, % C 79,62; H 7,11; N13,27. M 422.

1,3-/1,1-бис(8-метил-3,4-дигидро-β-карболин)/бензол (IV). Получают из 0,5 г (1 ммоль) бис/2-(7-метилиндолил-3)этиламида/изофталевой кислоты. Выход 0,35 г (37%), т. пл. 270°C (разл), Rf 0,40. ИК-спектр, см$^{-1}$: 3400 (NH индольного кольца), 1644 (C=N). Найдено,%: C 81,32; H 5,73; N 13,02. $M^{+\cdot}$ 442 (масс-спектрометрически). $C_{28}H_{26}N_4$. Вычислено, %: C 81,45; H 5,88; N13,27. M 442.

8-метил-1-(2-фенилбутил)-3,4-дигидро-β-карболин (V). Получают из 1 г (3 ммоль) 2-(7-метилиндолил-3)этиламида 4-фенилпентановой кислоты и 1,4 мл $POCl_3$. Выход 0,5 г (55%), т. пл. 124°C (разл.), Rf 0,50. ИК-спектр, см$^{-1}$: 3435 (NH индольного кольца), 1646 (C=N). Найдено, %: C 83,36; H 7,59; N 8,50. $M^{+\cdot}$ 316 (масс-спектрометрически). $C_{22}H_{24}N_2$. Вычислено, %: C 83,52; H 7,59; N 8,86, M. 316.

Онкологический научный центр МЗ ГССР

Грузинский политехнический институт им. В. И. Ленина

(Поступило 16.6.1968)

ორგანული ქიმია

ჯ. ლაღიძე, ლ. თალაკვაძე, თ. რევაზიშვილი, რ. ლაღიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

β-კარბოლინილების სინთეზი ადიპინის, იზოფტალის და 4-ფენილპენტანის მჟავების ამიდების საფუძველზე

რეზიუმე

ადიპინის, იზოფტალის და 4-ფენილპენტანის მჟავების ამიდების ციკლიზაციით ბიშლერ—ნაპირალსკის რეაქციის პირობებში განხორციელებულია ხუთი ახალი β-კარბოლინის სინთეზი.

ORGANIC CNEMISTRY

J. R. LAGIDZE, L. I. TALAKVADZE, T. N. REVAZISHVILI, R. M. LAGIDZE

SYNTHESIS OF β-CARBONYLS ON THE BASE OF ADIPIC, ISOPHTALIC AND 4-PHENYL-PENTANIC ACIDS

Summary

Five new β-carbonyls have been synthesized by the interaction of adipic, isophtalic and 4-phenilpentanic acids with tryptamine and 7-methyltryptamine, and the cyclization of corresponding amids under usual conditions of the Bichler-Napiralsky reaction.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Р. Лагидзе, Л. Я. Талаквадзе, Л. А. Цулукидзе, Р. М. Лагидзе. Изв. АН ГССР, сер. хим. 1, № 2, 1975, 157.
2. J. R. Lagidze *et al*. Planta Medica. France. 1980. v. 39. p. 277.
3. Д. Р. Лагидзе, Л. Я. Талаквадзе, Т. Н. Ревазишвили, Л. А. Цулукидзе, Р. М. Лагидзе. Изв. АН ГССР, сер. хим., 6, №3, 1980, 225.
4. Д. Р. Лагидзе, Т. Н. Ревазишвили, Л. Я. Талаквадзе, И. Г. Абесадзе, Р. М. Лагидзе. Сообщения АН ГССР, 115, № 1, 1984, 92.
5. Д. Р. Лагидзе, Л. Я. Талаквадзе, Т. Н. Ревазишвили, Л. Г. Умекашвили, Р. М. Лагидзе. Сообщения АН ГССР, 120, № 2, 1985, 301.
6. Д. Р. Лагидзе, Л. Я. Талаквадзе, Р. М. Лагидзе. Сообщения АН ГССР, 80, № 3, 1975, 597.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 547.655

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Р. М. ЛАГИДЗЕ (чл.-корр. АН ГССР), Ю. В. ГАТИЛОВ, Ю. А. СТРЕЛЕНКО

СТРУКТУРА ПРОДУКТА ТРАНСАННУЛЯРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ 1,2,5,6-ДИБЕНЗО-3,3,7,7-ТЕТРАМЕТИЛЦИКЛООКТАНДИОНА-4,8 С МЕТИЛАМИНОМ

В предыдущих сообщениях [1,2] на основании данных ^{13}C и НЯМР спектров высокого разрешения было показано, что продукты трансаннулярного взаимодействия 1,2,5,6-дибензо-3,3,7,7,-тетраметилциклооктандиона-4,8 с различными стерически незатрудненными первичными аминами относятся к окса-гетероциклическим системам типа 4,4,8,8-тетраметил-2,3,6,7-дибензо-9-оксабицикло(8,3,1)нонан-1-NH-алкил-5-ола, а не альтернативной аза-гетероциклической структуре типа 4,4,8,8-тетраметил-2,3,6,7-дибензо-9-азабицикло(3,3,1)нонадиола-1,5, как об этом предполагали ранее [3]. Ниже приводим результаты ^{13}C ЯМР спектров и рентгеноструктурного анализа 4,4,8,8-тетраметил-2,3,6,7-дибензо-9-оксабицикло(3,3,1)нонан-1-NH-CH_3-5-ола (1), которые характерны также для всей группы синтезированных нами данного класса соединений.

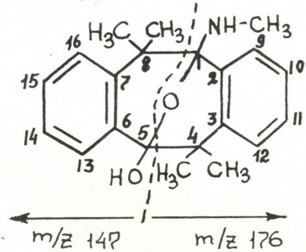


Рис. 1

Соединение (1) — т. пл. 149,5—150°. Масс-спектр получен при температурах испарения образца 120—220°C (температура ионного источника 200°C, ток эмиссии 50 мкА, энергия ионизирующих электронов 70 и 12 эВ) (M^+, 100%) 323, и характерные фрагменты: m/z 292 (323—CH_3NH_2), mz 147, 176 и 160, которые при снижении энергии ионизирующих электронов до 12 эВ остаются практически единственными в молекулярной области. Из них ион с m/Z 147 может образоваться из дикетонной структуры (термический распад продукта с выбросом CH_3NH_2).

m/z (интенсивность в % от максимального пика) 70 эВ: 35(4), 36(12), 38(3) 39(7), 41(8), 42(3), 43(8), 44(2), 51(5), 58(4), 63(2), 65(8), 66(2), 77(14), 78(8), 79(3), 89(3), 91(20), 92(2), 101(2), 102(3), 103(13), 104(4), 105(6), 115(18), 116(9), 117(18), 118(8), 128(8), 129(22), 130(8), 131(15), 147(100), 148(19), 158(5), 159(2) 160(17), 161(6), 174(7), 176(14), 177(4), 259(5), 261(4), 277(5), 279(2) 290(4), 292(5), 308(8), 323 (M^+, 223).

12 эВ: 147(100), 160(13), 174(6), 176(12), 277(6), 279(3), 290(4), 292(9), 306(2), 308(7), 323 (M^+; 7).

^{13}СЯМР; М—250 (DMSO—d_6), м.д. 146,4, 145,3 (C_3 и C_7); 135,4, 132,1 (C_2 и C_6); 129,2, 128,8 (C_{12} и C_{13}); 128,1, 127,6 (C_9 и C_{16}); 125,1, 124,85 (C_{10} и C_{15}); 124,75, 124,55 (C_{11} и C_{14}): 99,15, 95,25 (C_1 и C_5); 43,4, 43,3 (C_4 и C_8); 28,75, 27,8, 27,8, 23,2 (попарно гем. диметильные группы).

^{13}С ЯМР моноацетата соединения (1) т. пл. 236,5—237° 142,8 145,8 (C_3 и C_{17}); 134.35 (C_6); 127,0 (C_9 и C_{12}); 128,05, 128,85 (C_{13} и C_{16}); 129,85 (C_2); 100,25, 94,35 (C_1 и C_5). 28,9. 28,45. 27,9. 23,1 (CH_3 при C_4 и C_8), 22,4 (CH_3, ацетата).

Рентгеноструктурный эксперимент провели на дифрактометре «SYNTEX $P2_1$» используя Cu-излучение с графитовым монохроматором. Кристаллографические данные a=13,454(1), b=13,392(1), c=20,145(2). A,b=96,159°, пространственная группа $P2_1$, c,Z=8, $C_{21}H_{25}NO_2+1/2\ C_2H_5OH$, $d_{выч.}$ =1,28 г/см^3. Итенсивности 4773 независимых отражений с $2\Theta<116°$ измерили методом Θ:2Θ — сканирования. В расчетах использовали 4014 отражений с $I>2\sigma$ без

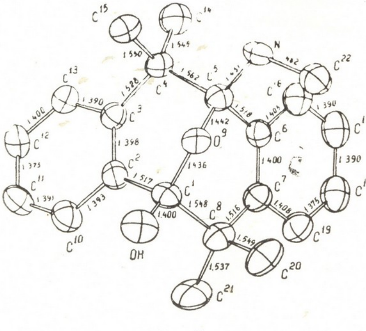


Рис. 2

учета поглощения (размер образца 0,25×0,12 мм^3). Структуру расшифровали прямым методом по программе MULTAN 78 и уточнили методом наименьших квадратов в анизотропно-изотропном приближении по программе SHELX 76, разделив переменные на два блока, до R=0,076 и R_D=0,076 $W^{-1}=\sigma p+0{,}0001P^2$. Положение атомов водорода задавали геометрически в каждом цикле уточнения. Полученные координаты неводородных атомов даны в табл. 1.

Строение молекулы соединения (1). На рисунке приведены усредненные по двум независимым молекулам длины связей (Å), вероятная погрешность которых равна 0,005—0,008Å.

Таблица 1

Координаты неводородных атомов (умножено на 10^4, в делях ячейки)

Атом	x	y	z	x	y	z
C^1	7334(4)	2026(4)	3761(3)	1656(3)	1769(3)	7089(2
C^2	6848(4)	2243(3)	3066(2)	1386([illegible])	2466(3)	6500(2)
C^3	6502(4)	3205(4)	2874(2)	0573(3)	3106(3)	6480(2)
C^4	6650(3)	4082(3)	3356(2)	—0161(3)	3072(3)	7011(2)
C^5	6823(4)	3669(4)	4087(2)	0403(3)	2615(3)	7655(2)
C^6	5910(4)	[illegible]197(4)	4334(2)	1247(3)	3259(3)	7988(2)
C^7	5835(4)	2151(4)	4386(3)	2246(3)	3027(3)	7944(2)
C^8	6658(4)	1460(4)	4216(3)	2550(4)	2083(4)	7587(2)
C^9	7623(2)	2948(3)	4093(2)	0810(2)	1668(2)	7461(1)
C^{10}	6798(4)	1482(4)	2594(3)	1948(4)	2430(4)	5957(2)
C^{11}	6360(4)	1645(5)	1943(3)	1732(4)	304[illegible](4)	5409(3)
C^{12}	6009(4)	2573(5)	1757(3)	0940(4)	3703(4)	5395(3)
C^{13}	6083(4)	3366(5)	2225(3)	0364(4)	3730(4)	5926(2)
C^{14}	7584(4)	4664(4)	3187(3)	—0597(4)	4113(4)	7135(3)
C^{15}	5750(4)	4814(4)	3257(3)	—1028(3)	2375(4)	6737(2)
C^{16}	5177(4)	3797(4)	4567(3)	1006(4)	4106(4)	8361(2)
C^{17}	4359(4)	3392(5)	4845(3)	1755(4)	4686(4)	8688(2)
C^{18}	4267(4)	2361(4)	4871(3)	2753(4)	4438(4)	8650(2)
C^{19}	4986(4)	1749(5)	4649(3)	2987(4)	3623(4)	8286(2)
C^{20}	7294(5)	1178(6)	4878(3)	2775(4)	1269(4)	8113(3)
C^{21}	6251(5)	0474(4)	3895(4)	3496(4)	2262(5)	7231(3)
C^{22}	7479(5)	4171(5)	5231(3)	0125(4)	1891(4)	8757(2)
N	7173(3)	4476(3)	4534(2)	—0305(3)	2369(3)	8126(2)
O	8219(3)	1481(3)	3747(2)	1851(2)	0807(2)	6862(2)
молекула этанола						
C	0257(5)	4560(5)	0182(3)			
O*	0955(5)	4862(5)	0782(4)			

* Фактор занятости позиции равен 0,5

Строение одной из двух кристаллографически независимых молекул показано на рис. 1. Длины связей обеих молекул обычные и совпадают между собой с точностью 3σ за исключением связей C^2—C^3 и C^{12}—C^{13}, для которых расхождение достигает 4,5σ. Симметрия остова молекулы близка к C_2 — ось второго порядка проходит через O^9 и среднюю точку между C^1 и C^5. Отметим, что из пяти найденных в Кембриджском банке кристаллографических данных [4] производных бицикло/3.3.1/нонан-2,6-диена три — 1,3,5.7-тетракарбометоксибицикло /3.31/нонан-2,6-диен-2,6-диол (II) [5], 2,6-дицианбицикло-/3.3.1/нонан-2,6-диен (III) [5], 4,8-дибром-2,6-дицианбицикло-/3,3.1/нонан-2,6-диен [6] имеют кристаллографическую симметрию C_2. Аналогичные производным II—IV, оксабицикло/3,3.1/нонадиеновая система в 1 находится в конформации двух слегка искаженных полукресел. Бензольные циклы плоские в пределах ± 0,017Å.

Сольватная молекула этанола разупорядочена по двум положениям вокруг центра симметрии кристалла. Две молекулы (1) связаны с молекулой этанола с помощью водородных связей типа O---H... OH с расстояниями 0 ...0 2,716 и 2,755 Å. Крме того, молекулы (1) объединены водородной связью ... H ... OH, в которой расстояние ...O равно 2,901 Å.

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

Институт органической
химии С/О
АН СССР

(Поступило 24.6.1988)

ორგანული ქიმია

რ. ლაღიძე, (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი). ი. გატილოვი,
ი. სტრელენკო

1,2,5,6-დიბენზო-3,3,7,7-ტეტრამეთილციკლოოქტანდიონ-4,8-ის მეთილამინთან ტრანსანულარული ურთიერთქმედების პროდუქტის სტრუქტურა

რეზიუმე

სპექტროსკოპული და რენტგენოსტრუქტურული ანალიზის მონაცემების საფუძველზე დადგენილია, რომ ზემოთ დასახელებული პროდუქტის სტრუქტურა შეესაბამება 4,4,8,8-ტეტრამეთილ-2,3,6,7-დიბენზო-9-ოქსაბიციკლო (3,3 1)ნონან-1-NH—CH_3-5-დიოლს.

ORGANIC CHEMISTRY

R. M. LAGIDZE, Yu. V. GATILOV, Yu. A. STRELENKO

THE STRUCTURE OF THE PRODUCT OF TRANSANNULAR INTERACTION OF 1,2,5,6-DIBENZO-3,3,7,7- TETRAMETHYL-CYCLOOCTANDION-4,8 WITH METHYLAMINE

Summary

Based on spectroscopic investigations and rentgenostructural analysis it is shown that the structure of the above mentioned product corresponds to 4,4,8,8-tetramethyl-2,3,6,7-dibenzo-9-oxabicyclo(3,3,1)nonane-1-NH-CH_3-5-ol.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. M. Lagidze *et al.* F. E. C. S. Third International Conference on Chemistry and Biotechnology of Biologically Active Natural Products. September 16—21, 1985, Sofia, Bulgaria, Vol. 5, 241—244.
2. Р. С. Девдариани. Автореферат канд. дисс, Тбилиси, 1986.
3. Р. М. Лагидзе. Синтез и превращения замещенных дибензопенталанов и аралкилгалогенидов. Тбилиси, 1984.
4. Cambrige Cristallographic. Data Base. Release 1985.
5. M. D. Radclife *et al.* J. Am. Chem. Soc., 1984, Vol 104, № 3, 682—687.
6. M. Quest *et al.* Chem. Ber. 1984, Vol 117, № 8, 2745—2760.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 546.287

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

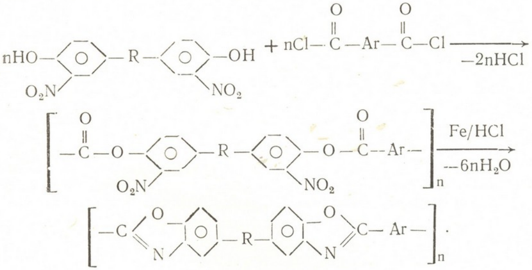
З. Ш. ДЖАПАРИДЗЕ, Л. Д. КИКНАДЗЕ, Г. В. БОРОДИНА

СИНТЕЗ КАРДОВЫХ ПОЛИБЕНЗОКСАЗОЛОВ МЕТОДОМ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ПОЛИГЕТЕРОЦИКЛИЗАЦИИ

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 19.4.88)

За последние 10 лет существенный вклад в область синтеза термостойких полимеров внес метод восстановительной полигетероциклизации [1].

Наиболее перспективными из группы полибензалолов, синтезированных по указанному методу, представляются ароматические полибензоксазолы (ПБОА), получаемые по следующей схеме [2]:



Высокая термостойкость в сочетании с клеящими, вяжущими, пленкообразующими свойствами определяет широкую область применения ПБОА [3]. Однако проведенные исследования пока не вышли за рамки лабораторных исследований по ряду причин и, в частности, из-за отсутствия дешевых бис-[(о-нитро)фенолов] и трудностей на пути переработки в изделия. С целью устранения этих недостатков нами была исследована возможность применения в качестве сомономера динитропроизводных кардовых бис-фенолов, выпускаемых отечественной промышленностью, типа фенолфталеина и фенолфталеинимида.

Введение же фталидных и фталимидиновых групп, как известно, приводит к улучшению растворимости полигетероариленов, их перерабатываемости в изделия методом прессования [4].

Синтез поли-[(о-нитро)эфиров] (ПНЭ) осуществляли методом низкотемпературной акцепторно-каталитической этерификации в ацетоне и поликонденсацией на разделе фаз [5].

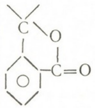
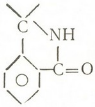
Установлено, что более высокомолекулярный ПНЭ получается в случае использования о,о¹-динитрофенолфталеина и в обоих случаях реакция поликонденсации протекает в гетерогенных условиях.

Полученные ПНЭ растворимы в смеси тетрахлорэтан : фенол 3 : 1 и из растворов образуют эластичные пленки $\eta_{пр} = 1,5—2,2$ дл/г.

Исследования термических характеристик ПНЭ показали, что полиэфиры указанной структуры не плавятся и по термостойкости незначительно превосходят свои предшествующие ПНЭ.

Таблица 1

Основные характеристики ПНЭ

№ п/п	R	Ar	Растворимость				$\eta^*_{пр}$ дл/г	$T_{разл}$ °C	Выход, %
			ТХЭ: фенол	ТГФ	ДХЭ	N-МП			
I			+	—	Н	р. д.	1,8	260	95
II		„	+	—	Н	р. д.	1,3	270	93

+ — Растворим; — — не растворим; Н — набухает; Р. Д. — деструктируется
* — вязкость определена в смеси ТХЭ : фенол 3 : 1 при 20°C.

Реакцию восстановительной полигетероциклизации проводили в растворе N-метил-2-пиролидона (N-МП) по разработанной методике [6]. Выявлено, что полибензоксазолы (ПБОА) на основе о,о[1]-динитрофенолфталеина получаются с более высокими вязкостными характеристиками и образуют прозрачные пленки $\eta_{пр}=1{,}0—1{,}2$ дл/г.

В ИК-спектрах полученных полимеров отсутствуют полосы поглощения 1350, 1540 см$^{-1}$, характерные для NO_2, и появляются новые полосы поглощения характерные для ПБОА: 930, 1480, 1555, 1620 см$^{-1}$.

Наличие в ИК-спектрах полос поглощения 1670, 1740 см$^{-1}$, характерных для амидной и сложноэфирной групп, приписывали к фталидной и фталимидной группировкам [7].

Согласно анализу термограмм, на воздухе потеря массы образца составляет 5—8% при 400°C, что свидетельствует о высокой степени восстановления и циклизации исходного ПНЭ в ПБОА (рис. 1).

Исследования теплостойкости показали, что ПБОА на основе кардовых бис-[о-нитро)-фенолов] имеют несколько более высокие температуры размягчения, чем аналоги не кардового типа (рис. 2). Это можно объяснить и влиянием кардовых группировок, позволяющим проведение процесса восстановительной полигетероциклизации в гомогенных условиях до глубокой степени превращения, после чего ПБОА в виде мелкого порошка выпадает из раствора [8].

Синтез исходных бис-[(о-нитро)фенолов]. В трехгорлую колбу загружают 0,1 моль бисфенола, растворяют в 300 мл ледяной уксусной кислоты и при интенсивном перемешивании из капельной воронки медленно добавляют смесь азотной ($d=1{,}38$) и уксусной кислот в соотношении 32 : 135 мл соответственно при температуре 20—25°C. После добавления всего количества нитрующей смеси перемешивание продолжают еще 1 час. После охлаждения до 5—10°C выпадают желтые кристаллы. Продукт отфильтровывают, осадок хо-

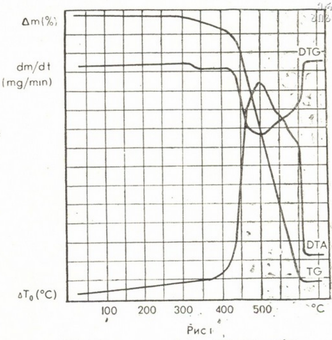


Рис. 1. Термодинамические кривые ПБОА

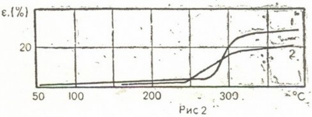
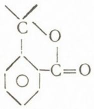
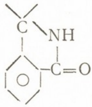


Рис. 2. Термомеханические кривые ПБОА: 1—ПБОА с кардовым заместителем; 2—ПБОА не кардового типа

Таблица 2

Основные характеристики ПБОА

№ п/п	R	Ar	Растворимость				$\eta^{*}_{пр}$ дл/г	$T^{**}_{разм}$ °C	$T^{***}_{разл}$ °C
			ТХЭ: фенол	H_2SO_4	CF_3COOH	N-МП			
I			+	+	+	—	1,2	250—270	370
II		„	+	+	+	—	0,8	270—290	380

*— Вязкость определена в смеси ТХЭ:фенол 3:1 при 20°C; **— температура размягчения определена по термомеханической кривой; ***— начало уменьшения массы образца.

рошо отжимают, промывают водой до нейтральной реакции, затем изопропанолом и сушат при температуре 80°C $T_{пл}=196—197$°C (I), выход 80% и $T_{пл}=270—271$°C (II), выход 82%.

Синтез ПНЭ проводили соответственно [5], синтез ПБОА соответственно [6].

НИИ стабильных изотопов
г. Тбилиси

(Поступило 28.4.1988)

ორგანული ქიმია

ზ. ჯაფარიძე, ლ. კიკნაძე, გ. ბოროდინა

კარდული ტიპის პოლიბენზოქსაზოლების სინთეზი აღდგენითი პოლიჰეტეროციკლიზაციის მეთოდით

რეზიუმე

შესწავლილ იქნა კარდული ტიპის პოლიბენზოქსაზოლების სინთეზის შესაძლებლობა კარდული ტიპის ბის[ო-ნიტრო)ფენოლების] ბაზაზე. მიღებულ იქნა 0,0′-დინიტროფენოლფტალეინი და 0,0′-დინიტროფენოლფტალეინის იმიდი.

მიღებულია კარდული ტიპის პოლი[ო-ნიტრო)ეთერები] დაბალტემპერატურული აქცეპტორულ-კატალიზური პოლიკონდესაციის მეთოდით.

კარდული ტიპის პოლი[(ო-ნიტრო) ეთერებიდან] აღდგენითი პოლიჰეტეროციკლიზაციის მეთოდით მიღებულ იქნა შესაბამისი პოლიბენზოქსაზოლები.

ORGANIC CHEMISTRY

Z. Sh. JAPARIDZE, L. D. KIKNADZE, G. V. BORODINA

SYNTHESIS OF CARDOUS POLYBENZOXASOLES BY THE REDUCING POLYHETEROCYCLING METHOD

Summary

The possibility of cardous polybenzoxasoles synthesis based on cardous bis (o-nitro) phenols has been investigated. Phenolphthalein and phenolphthalein imide nitration reactions have been studied. Cardous poly(o-nitro)-esters were obtained by the method of low-temperature acceptor catalytic polycondensation.

The corresponding polybenzoxasoles were obtained from cardous poly-(o-nitro)esters by the reducing polyheterocycling method.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Коршак, А. Л. Русанов, Д. С. Тугуши. УХ, вып. 12, 1981, 2250.
2. В. В. Коршак, А. Л. Русанов, Д. С. Тугуши, Л. Г. Кипиани, З. Ш. Джапаридзе, А. С. Шубашвили, И. М. Гвердцители. Изв. АН ГССР, сер. хим., № 2, 1980, 122.
3. А. Я. Чернихов, Д. А. Соловых, М. Н. Яковлев, В. А. Исаева, Н. В. Леонтьева, Р В. Маркина, В. С. Попова, Б. Е. Восторгов. Пласт. массы № 7, 1977, 40.
4. В. В. Коршак, С. В. Виноградова и Д. Р. Тур. Изв. АН СССР, сер. хим. № 2, 1969, 439.
5. В. В. Коршак, А. Л. Русанов, З. Ш. Джапаридзе, Д. С. Тугуши. Сообщения АН ГССР, 96, № 3, 1979, 585.
6. З. Ш. Джапаридзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1980.
7. Л. Белами. Инфракрасные спектры сложных молекул. М., 1963.
8. В. В. Коршак, А. Л. Русанов, Д. С. Тугуши, З. Ш. Джапаридзе, Г. М. Цейтлин, А. Я. Чернихов. ДАН СССР, 240, № 4, 1978, 873.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 541.183.549.67

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. С. БАТИАШВИЛИ, Р. Ш. АДАМИЯ (член-корреспондент АН ГССР)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИПРОПИЛЕНА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРЕТНО-ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Исследование релаксационных процессов и температурных переходов в полимерах имеет большое научное и практическое значение, так как позволяет получить информацию о природе и типах движения макромолекул и их частей, высказать предположения относительно упаковки макромолекул в надмолекулярных образованиях и характера последних, выяснить наиболее выгодные температурные условия эксплуатации полимерных материалов. Объектами исследования служили чистый и модифицированный полипропилен (ТУ 6—05—1849—78) с показателем текучести расплава (ПТР) 1,5 г/10 мин. Полипропилен (ПП) модифицировали 0,5 масс.% дибутилового эфира полипропиленгликольадипината с молекулярной массой 1000-ППА-7.

Влияние модифицирующей добавки на релаксационные переходы ПП изучали методом электретно-термического анализа (ЭТА). Метод заключается в предварительной поляризации полимерного образца в постоянном электрическом поле высокой напраженности, охлаждении его в этом поле и в последующей деполяризации образца при постоянном нагреве [1]. Исследования проводили в области температур от 138 до 413 К на образцах диаметром $3\cdot10^{-2}$м и высотой $0{,}15\cdot10^{-2}$ м.

Основные результаты приведены на рис. 1 в виде зависимости величины тока деполяризации от температуры, где отчетливо видно несколько областей релаксационных переходов, обозначенных (со стороны низких температур) как β-, α'-, α_a- и α_c-переходы.

β-переход, наблюдаемый в области отрицательных температур, связан, очевидно, с подвижностью в армофизированных и дефектных областях кристаллической фазы. Положение низкотемпературного β-перехода практически не меняется при введении в ПП добавки.

Известно, что основные характеристики молекулярной подвижности существенно зависят от характера надмолекулярной организации аморфных областей в кристаллических полимерах. Большой интерес с этой точки зрения представляет изучение сегментальной подвижности, размораживание которой происходит в области перехода аморфных областей из стеклообразного в высокоэластическое состояние. Анализ зависимости тока деполяризации от температуры в случае образцов модифицированного ПП показывает, что в области стеклования наблюдается двойной температурный переход (при температурах 211—213 и 253—254 К). Такой двойной температурный переход в области стеклования наблюдался ранее и у других крастллических аморфных линейных полимеров [2—4]. Он обусловлен, очевидно, двумя уровнями надмолекулярной организации аморфной прослойки ПП. Можно предположить, что при температуре 211—213 К происходит размораживание сегментальной подвижности в неупорядоченных областях аморфной прослойки ПП, а при температуре 253—254 К — в более упорядоченных или более плотно упакованных областях аморфной прослойки (в переходных слоях от кристаллической к аморфной фазе). Наиболее интересным является тот факт, что у чистого ПП релаксационный переход в области температур 211—213 К не наблюдался. Это является доказательством того, что модифицирующие добавки располагаются в неупорядоченных областях аморфной фазы полимера.

При смешении полимеров наиболее информативной является температура стеклования ($T_{ст}$) композиционного материала, по положению которой судят о совместимости этих полимеров [5]. Поэтому целесообразно было исследовать, как влияет добавка ПП-7 на $T_{ст}$ полипропилена. Как видно из рисунка и таблицы, $T_{ст}$ полипропилена при введении модификатора остается практически неизменной, что свидетельствует об их несовместимости.

Релаксационные переходы в чистом и модифицированном ПП

Образцы	Релаксационные переходы: β, $I_m\cdot10^{13}$, А	β, Т, К	α′, $I_m\cdot10^{13}$, А	α′, Т, К	α_a, $I_m\cdot10^{13}$, А	α_a, $T_{ст}$, К	α_c, $I_m\cdot10^{13}$, А	α_c, Т, К	α_c, τ, с	α_c, E, $\frac{Дж}{моль\cdot град}$
ПП чистый	1,4	163	—	—	2,3	254	31,0	375	475	61431
ПП+0,5 в.ч. ППА-7	1,7	162	2,2	213	9,0	253	54,0	372	340	56303

Принятая трактовка высокотемпературного α_c-максимума [6] состоит в предположении, что при данной температуре реализуется подвижность звеньев макромолекул в складках на поверхности ламелей. Из рис. 3 видно, что модифицирование ПП приводит к сужению

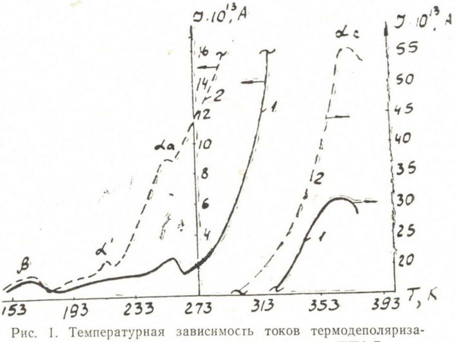


Рис. 1. Температурная зависимость токов термодеполяризации: 1 — ПП чистый, 2 — ПП+0,5 в. ч. ППА-7

области α_c-релаксационного перехода, что говорит об узком распределении времен релаксаций и соответственно об образовании однородной по размерам структуры полимера. Для α_c-релаксационных переходов исследуемых материалов были рассчитаны энергия активации E и время релаксации τ. Результаты расчетов приведены в таблице; наличие большого фонового тока помешало провести подобные расчеты для низкотемпературных β-, α'- и α_c-переходов. Из данной таблицы видно, что исследуемые образцы модифицированного полипропилена характеризуются пониженными значениями τ и E, по сравнению с чистым ПП. Таким образом, несомненным является факт ускорения релаксации напряжений за счет применения модифицирующих добавок, вызывающих увеличение подвижности элементов структуры полимера. Интересно отметить, что для образцов ПП, модифицированных дибутиловым эфиром полипропиленгликольадипината, во всем интервале температур на кривых температурной зависимости тока термодеполяризации наблюдаются зоны повышенных его значений, наличие которых свидетельствует об увеличении подвижности всей системы, что, в свою очередь, позволит расширить область переработки полимера.

Академия наук Грузинской ССР
Кутаисский комплексный
научный центр
Института металлургии
им. 50-летия СССР

(Поступило 20.10.1988)

ფიზიკური ქიმია

მ. ბათიაშვილი, რ. ადამია (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

პოლიპროპილენის შესწავლა ელექტრეტულ-თერმული ანალიზით

რეზიუმე

ელექტრეტულ-თერმული ანალიზის მეთოდით შესწავლილია რელაქსაციური პროცესები როგორც სუფთა, ისე მოდიფიცირებულ პოლიპროპილენში.

დადგენილია, რომ პოლიპროპილენის მოდიფიცირება დიბუთილპოლიპროპილენგლიკოლადიპინატის ეთერით იწვევს შიგა დაძაბულობათა რელაქსაციის აჩქარებას და მთელი სისტემის ძვრადობის გადიდებას, რაც საშუალებას გვაძლევს გავზარდოთ პოლიმერის გადამუშავების სფერო.

PHYSICAL CHEMISTY

M. S. BATIASHVILI, R. Sh. ADAMIA

A STUDY OF POLYPROPYLENE BY ELECTRET THERMOANALYSIS

Summary

Relaxation processes in pure and modified polypropylene have been studied by electret thermoanalysis.

It is shown that modification of polypropylene by dibutyl ether of polypropylene glycoladipate leads to accelerated relaxation processes in the polymer.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Лушейкин. Полимерные электреты. М., 1974
2. В. И. Бекичев, Г. М. Бартенев. Высокомол. соед., сер. А, т. 12, № 6, 1970 1240.
3. И. И. Перепечко, О. В. Старцев. Акустический ж., т. 22, № 5, 1976. 749.
4. Г. А. Лушейкин, Л. И. Войтешонок. Высокомол. соед., сер. А, т. 17, № 2, 1975, 429.
5. В. Н. Кулезнев. Смеси полимеров. М., 1980.
6. В. П. Соломко и др. ДАН УССР, сер. Б, № 11, 1975, 1019.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 541.124/128

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. М. КАЦИТАДЗЕ, З. Г. ДЗОЦЕНИДЗЕ, М. Д. МУСЕРИДЗЕ,
Г. С. БЕЗАРАШВИЛИ, Т. В. КОКОЧАШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕКОМБИНАЦИИ АТОМОВ ВОДОРОДА НА ПОВЕРХНОСТЯХ НЕКОТОРЫХ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ ГОРНЫХ ПОРОД ГССР

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. М. Хананашвили 15.7.1988)

Хорошо известно применение цеолитов во многих областях народного хозяйства. Как хорошие адсорбенты, они должны эффективно захватывать активные центры горения и этим подавлять процесс горения. В настоящее время существует несколько огнетушащих порошковых композиций, в состав которых входят цеолиты [1].

Целью данной работы являлось исследование рекомбинирующей эффективности природных цеолитов Грузии восьми месторождений.

Эксперимент проводился на статической вакуумной установке методом I предела воспламенения [2]. Кварцевый реактор ($d_r=5$ см, $l=13$ см) покрывался изнутри тонким слоем исследуемого образца цеолита. Температура менялась в интервале 770—910 К. Исследуемые образцы обрабатывались многократными вспышками гремучей смеси для получения воспроизводимых результатов.

Горение водорода вблизи I предела воспламенения описывается совокупностью следующих элементарных реакций [3]:

$$H_2 + O_2 \rightarrow 2\,OH \quad (0)$$

$$OH + H_2 \rightarrow H_2O + H \quad (1)$$

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

$$O + H_2 \rightarrow OH + H \quad (3)$$

$$H + \text{поверхность} \rightarrow \text{гибель} \quad (4)$$

Условием I предела является следующее выражение:

$$K_4 = 2\,K_2\,[O_2],$$

где K_i — константы скоростей элементарных реакции из вышеприведенной схемы; $[O_2]$ — концентрация молекулярного кислорода на I пределе:

$$[O_2] = \frac{P_1}{6{,}23\cdot 10^6\cdot T}\ (\%\ O_2).$$

Здесь P_1 — экспериментально определенное значение первого предела воспламенения смеси «$2H_2+O_2$»; T — температура опыта.

Коэффициент рекомбинации атомов водорода

$$\gamma_н = \frac{K_к^н\cdot d_г}{U_н},$$

где $d_г$—диаметр реакционного сосуда; $U_н$—скорость теплового движения атомов водорода ($U_н=1,45\cdot10^4\sqrt{T}$); $K_к^н$—константа скорости гетерогенной рекомбинации атомов H при ее осуществлении в кинетической области:

$$\frac{1}{K_к^н}=\frac{1}{K_4}-\frac{1}{K_D^н}.$$

Здесь K_D^H — константа скорости рекомбинации атомов H при обрыве цепей в диффузионной области.

Экспериментально определяли значение 1 предела воспламенения смеси «$2H_2+O_2$».

Результаты представлены в таблице.

Образцы цеолит-содержащих горных пород	Интервал T, K	γ^0	$\ln\gamma^0$	E, $\frac{ккал}{моль}$	r	$F_{эксп}$.	$F_{0,95}$	$\gamma_н$ 850K
Ломонтит* (Коджори)	793—883	1,91	0,64± 0,03	8,1±1,2	0,98	67	18,5	$1,6\cdot10^{-2}$
Клиноптилолит (Дзегви)	772—892	1,78	0,61± 0,01	6±2,6	0,89	84,4	18,5	$5,4\cdot10^{-2}$
Клиноптилолит (Армази)	823—912	1,66	0,58± 0,03	8,3±1,1	0,99	52,1	18,5	$1,31\cdot10^{-2}$
Клиноптилолит+ Монтмориллонит (Мартази)	821—912	7,19	1,22± 0,02	9,3±0,7	0,997	356,2	18,5	$3\cdot10^{-2}$
Ломонтит* (Тбилиси)	817—880	36,00	1,92± 0,04	10,3±2	0,98	36,8	18,5	$8,4\cdot10^{-2}$
Гейландит* Клиноптилолит (Абраметн)	813—904	1,00	0,37± 0,05	8±1,9	0,96	26,3	18,5	$0,95\cdot10^{-2}$
Клиноптилолит (Хекордзула)	818—903	5,16	1,64± 0,01	9,8±0,4	0,999	791	18,5	$1,65\cdot10^{-2}$
Клиноптилолит (Тедзами)	820—903	8,71	2,17±	10,8±3,8	0,95	19,1	18,5	$1,5\cdot10^{-2}$

* —Эти образцы при температурах нашего эксперимента подвергаются термическому разложению [4], поэтому экспериментально полученные γ соответствуют процессу рекомбинации на продуктах разложения.

Полученные результаты были обработаны методами корреляционного и регрессионного анализа [5]. Расчет эмпирического коэффициента корреляции (r) между параметрами $\ln\gamma$ и $1/T$ показал, что значения r приближаются к 1. Это означает, что с высокой степенью достоверности температурную зависимость величины γ можно описать уравнением Аррениуса.

Методом наименьших квадратов были рассчитаны предэкспоненциальные множители и энергии активации для параметра γ; полученные данные представлены в таблице. С целью проверки адекватности уравнения регрессии были установлены экспериментальные значения критерия Фишера $F_{эксп}$. и соответствующие критические значения—$F_{0,95}$ для 95%-ной доверительной вероятности. Как видно из таблицы, $F_{эксп}.>F_{0,95}$. Это означает, что установленные нами предэкспоненциальные множители (γ°) и энергии активации (E), входящие в уравнение Аррениуса, адекватно отражают результаты эксперимента.

Данные, представленные в таблице, показывают, что на образцах исследуемых цеолитов вероятность гибели атомов водорода достаточно высока: $\gamma_H^{850 \cdot K} \sim 0{,}01$. Следовательно, указанные цеолиты можно рекомендовать в качестве составных компонентов огнетушащих порошковых композиций.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 16.9.1986)

ფიზიკური ქიმია

მ. კაციტაძე, ზ. ძოწენიძე, მ. მუსერიძე, გ. ბეზარაშვილი, თ. კოკოჩაშვილი

წყალბადის ატომების ჰეტეროგენული რეკომბინაციის გამოკვლევა საქ. სსრ ზოგიერთი ცეოლითშემცველი ბუნებრივი ქანის ზედაპირებზე

რეზიუმე

შესწავლილია წყალბადის ატომების ჰეტეროგენული რეკომბინაცია სხვადასხვა ადგილმდებარეობის ცეოლიტების — ლომონტიტის, ჰეილანდიტის და კლინოპტილოლიტის ზედაპირზე. აღმოჩნდა, რომ გამოკვლეულ ზედაპირებზე წყალბადის ატომები ეფექტურად „იღუპება“: $\gamma_H \sim 10^{-2}$. ამის გამო აღნიშნული ცეოლიტები შეიძლება გამოვიყენოთ ცეცხლმქრობი კომპოზიციების შემადგენელ კომპონენტებად.

PHYSICAL CHEMISTRY

M. M. KATSITADZE, Z. G. DZOTSENIDZE, M. D. MUSERIDZE, G. S. BEZARASHVILI, T. V. KOKOCHASHVILI

THE INVESTIGATION OF HYDROGEN ATOMS RECOMBINATION ON THE SURFACE OF SOME ZEOLITE-CONTAINING ROCKS FROM GEORGIA

Summary

Heterogenous recombination of hydrogen atoms has been studied on the surface of the following zeolite-containing rocks: lomontite, heulandite and clinoptilolite. It turned out that these zeolites effectively recombinate hydrogen atoms on their surface, the coefficient of heterogeneous recombination being: $\gamma_H \sim 10^{-2}$. Therefore these zeolites can be used as components in fire-extinguishing compositions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. М. Жартовский, А. В. Антонов, Г. В. Цицишвили, О. Г. Ломтадзе, В. В. Манк, С. В. Паховчишин. Способ получения огнетушащего порошка. А. с. № 950411. Б. И., 1982, № 30.
2. Н. Н. Семенов. О некоторых проблемах химической кинетики и реакционной способности. М., 1958, 686 с.
3. А. Б. Налбандян, В. В. Воеводский. Механизм окисления и горения водорода. М., 1948.
4. Д. Брек. Цеолитовые молекулярные сита. М., 1976.
5. С. Л. Ахназарова, Б. В. Кафарова. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии. М., 1978.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 541.183.549.67

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Е. М. БЕНАШВИЛИ, К. Е. КВИТАИШВИЛИ, Н. И. ЧЕРКЕЗИШВИЛИ

АДСОРБЦИОННОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ МЕРКАПТАНОВ ИЗ ЖИДКИХ ТОПЛИВ С ПРИМЕНЕНИЕМ КЛИНОПТИЛОЛИТСОДЕРЖАЩИХ ТУФОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андроникашвили 14.10.1988)

В работе [1] представлены результаты адсорбционного выделения гетероатомных соединений из реактивных топлив ТС-1, содержащих различные количества общей и меркаптановой серы, а также нафтеновых кислот с применением природного клиноптилолита Тедзамского месторождения (Грузинской ССР), содержащего 80% цеолитной фазы. Выделение проводилось в динамических условиях в проточной системе при комнатной температуре в соотношении сырье:адсорбент 1:3.

Результаты адсорбционного выделения сераорганических соединений из нефтяных фракций с применением природных, кислотномодифицированных клиноптилолитов и анальцимовых песчаников приведены в работах [2, 3].

В настоящей работе, в отличие от [1—3], исследованы процессы демеркаптанизации реактивного топлива ТС-1 при различном соотношении адсорбент:сырье, до полного насыщения адсорбента меркаптанами сырья или достижения равновесного состояния. Исследовалось также влияние температуры и объемной скорости на степень демеркаптанизации в сравнимых условиях опытов. В качестве адсорбента использовался клиноптилолитсодержащий туф месторождения Дзегви (участок Хекордзула), но с тем же содержанием (80%) цеолитной фазы и с размерами зерен 0,25—0,50 мм [1].

Объектом исследования являлся дистиллят ТС-1 с содержанием меркаптановой серы (MS) 0,029%, d_4^{20} 0,7884, $S_{об}$ 0,26 % (продукция Батумского НПЗ).

В табл. 1 представлены результаты адсорбционной демеркаптанизации реактивного топлива при 100°C и объемной скорости (v) 15,0 час$^{-1}$.

Из данных этой таблицы видно, что с увеличением количества пропускаемого сырья на единицу адсорбента постепенно уменьшается степень демеркаптанизации топлива от 98,7% при соотношении 1:0,3 до 6,2% в суммарном рафинате при соотношении адсорбент:сырье 1:32,2.

При комнатной температуре адсорбционное выделение меркаптанов производилось при v 2,0 и 5,4 час$^{-1}$ (табл. 2, 3).

Из этих таблиц видно, что адсорбция меркаптанов уменьшается при комнатной температуре и с повышением объемной скорости. Так, при v 2,0 час$^{-1}$ полное насыщение адсорбента наступает при соотношении адсорбент:сырье 1:30,6, когда степень демеркаптанизации уменьшается от 86,6 до 7,2% для суммарного рафината (табл. 2).

Таблица 1

Результаты демеркаптанизации топлива ТС-1 при 100 °С и объемной скорости 15,0 час$^{-1}$. Количество адсорбента 50 г

Количество рафината, г (мл)	Соотношение адсорбент: сырье, г/г	Содержание MS в рафинатах, %	Степень демеркаптанизации, %
15,8 (20)	1: 0,3	0,00038	98,7
31,6 (40)	1: 0,7	0,0035	87,9
47,3 (60)	1: 1,0	0,0077	73,4
78,9 (100)	1: 1,6	0,0142	51,0
157,8 (200)	1: 3,2	0,0185	36,2
236,7 (300)	1: 4,8	0,0209	27,9
315,6 (400)	1: 6,4	0,0222	23,5
394,5 (500)	1: 8,1	0,0230	20,7
473,3 (600)	1: 9,7	0,0239	17,6
552,2 (700)	1:11,3	0,0245	15,5
631,1 (800)	1:12,9	0,0249	14,1
710,0 (900)	1:14,5	0,0253	12,8
788,9 (1000)	1:16,1	0,0256	11,7
867,8 (1100)	1:17,7	0,0259	10,7
946,7 (1200)	1:19,3	0,0261	10,0
1025,5 (1300)	1:20,9	0,0263	9,3
1104,5 (1400)	1:22,5	0,0265	8,6
1183,4 (1500)	1:24,2	0,0267	7,9
1262,2 (1600)	1:25,8	0,0268	7,6
1341,1 (1700)	1:27,4	0,0269	7,2
1420,0 (1800)	1:29,0	0,0270	6,8
1498,9 (1900)	1:30,6	0,0271	6,5
1577,8 (2000)	1:32,2	0,0272	6,2

В условиях v 5,4 час$^{-1}$ полное насыщение адсорбента происходит при соотношении адсорбент:сырье 1:25,8, а демеркаптанизация уменьшается от 73,7 до 5,2% (табл. 3).

Таблица 2

Результаты демеркаптанизации топлива ТС-1 при комнатной температуре и объемной скорости v=2,0 ч$^{-1}$. Количество адсорбента 50 г

Количество рафината, г (мл)	Соотношение адсорбент: сырье, г/г	Содержание MS в рафинатах, %	Степень демеркаптанизации, %
15,8 (20)	1: 0,3	0,0039	86,6
31,6 (40)	1: 0,7	0,0086	70,3
47,3 (60)	1: 1,0	0,0111	61,7
78,9 (100)	1: 1,6	0,0155	46,6
157,8 (200)	1: 3,2	0,0200	31,0
236,7 (300)	1: 4,8	0,0220	24,1
315,6 (400)	1: 6,4	0,0230	20,7
394,5 (500)	1: 8,1	0,0237	18,3
473,3 (600)	1: 9,7	0,0243	16,2
552,2 (700)	1:11,3	0,0246	15,1
631,1 (800)	1:12,9	0,0250	13,7
710,0 (900)	1:14,5	0,0253	12,8
788,9 (1000)	1:16,1	0,0255	12,1
867,8 (1100)	1:17,7	0,0257	11,4
946,7 (1200)	1:19,3	0,0258	11,0
1025,5 (1300)	1:20,9	0,0260	10,3
1104,5 (1400)	1:22,5	0,0262	9,7
1183,4 (1500)	1:24,2	0,0263	9,3
1262,2 (1600)	1:25,8	0,0265	8,6
1341,1 (1700)	1:27,4	0,0266	8,3
1420,0 (1800)	1:29,0	0,0267	7,9
1498,9 (1900)	1:30,6	0,0269	7,2

Таблица 3

Результаты демеркаптанизации топлива ТС-1 при комнатной температуре и объемной скорости $v=5{,}4$ ч$^{-1}$

Количество рафината, г (мл)	Соотношение адсорбент: сырье (г/г/	Содержание MS в рафинатах, %	Степень демеркаптанизации, %
15,8 (20)	1: 0,3	0,0076	73,7
31,6 (40)	1: 0,7	0,0128	55,9
47,3 (60)	1: 1,0	0,0157	45,9
78,9 (100)	1: 1,6	0,0191	34,1
157,8 (200)	1: 3,2	0,0225	22,4
236,7 (300)	1: 4,4	0,0240	17,2
315,6 (400)	1: 6,4	0,0249	14,1
344,5 (500)	1: 8,1	0,0255	12,1
473,3 (600)	1: 8,7	0,0259	10,7
552,2 (700)	1:11,3	0,0262	9,7
631,1 (800)	1:12,9	0,0265	8,6
710,0 (900)	1:14,5	0,0267	7,9
788,9 (1000)	1:16,1	0,0268	7,6
867,8 (1100)	1:17,7	0,0269	2,2
946,7 (1200)	1:19,3	0,0271	6,6
1025,5 (1300)	1:20,9	0,0272	6,2
1104,5 (1400)	1:22,5	0,0273	5,9
1183,4 (1500)	1:24,2	0,0274	5,5
1262,2 (1600)	1:25,8	0,0275	5,2

Исследование влияния температуры на степень демеркаптанизации показало, что с повышением температуры до 100—150°С повышается адсорбция меркаптанов; например, при соотношении адсорбент: сырье 1:1 и v 1,0 час$^{-1}$ при комнатной температуре—от 71,0% до 99,3 и 96,2% соответственно в условиях 100 и 150°. При том же соотношении адсорбент:сырье 1:1 и комнатной температуре с изменением объемной скорости от 0,4 до 3,0 час$^{-1}$ демеркаптанизация уменьшается от 76,9 до 61,0% соответственно.

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

(Поступило 14.10.1988)

ფიზიკური ქიმია

ე. ბენაშვილი, კ. კვიტაიშვილი, ნ. ჩერქეზიშვილი

თხევადი საწვავებიდან მერკაპტანების ადსორბციული გამოყოფა კლინოპტილოლიტშემცველი ტუფების გამოყენებით

რეზიუმე

შესწავლილია კლინოპტილოლიტშემცველი ტუფების ადსორბციული თვისებები თხევად საწვავში შემავალი მერკაპტანების მიმართ ადსორბენტის სრული გაჯერების პირობებში, სხვადასხვა მოცულობითი სიჩქარის (2; 5,4; 15 სთ$^{-1}$)დროს, ოთახის ტემპერატურაზე და 100°-ზე.

ნაჩვენებია, რომ მაქსიმალური დემერკაპტანიზაცია მიმდინარეობს 100°-ზე, 15,0 სთ$^{-1}$ მოცულობითი სიჩქარის პირობებში და ადსორბენტის სრული გაჯერება ხდება ადსორბენტის ნედლეულთან 1:32,2 შეფარდების დროს.

PHYSICAL CHEMISTRY

E. M. BENASHVILI, K. E. KVITAISHVILI, N. I. CHERKEZISHVILI

SEPARATION OF MERCAPTANES FROM LIQUID FUELS USING CLINOPTILOLITE-CONTAINING TUFFS

Summary

Adsorptive properties of clinoptilolite-containing tuffs in relation to mercaptanes being in the content of liquid fuels have been studied under conditions of the adsorbent complete saturation at different volume velocities (2; 5,4; 15 h^{-1}), at room temperature and at 100°C.

It is shown that the maximum demercaptanization goes on at 100°C, with volume velocity—15,0 h^{-1}; the complete saturation of the adsorbent takes place at the ratio adsorbent: raw material equal to 1:32,2.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. М. Бенашвили, Т. Г. Учанеишвили, М. С. Алибегашвили, Н. И. Черкезишвили, К. Е. Квитаишвили. Сообщения АН ГССР, 118, № 3, 1985, 537.
2. E. M. Benashvili *et al*. An International Conference on the Ocurrences, Properties and Utilization of Natural Zeolites. Volume of Abstracts. Budapest-Hungary, p. 53.
3. E. M. Benashvili *et al*. 9th International Congress of Chemical Engineering, Chemical Equipment, Design and Automation. Chisa, 87. Praha, Czechoslovakia Program, p. 62, D. 3. 32[1181].

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 541.138.3:546

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Р. К. КВАРАЦХЕЛИЯ, Т. Ш. МАЧАВАРИАНИ, Г. Р. КВАРАЦХЕЛИЯ

ХРОНОВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЯ ОКСИАНИОНОВ ГАЛОГЕНОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Н. Джапаридзе 20.10.1988)

Вольтамперометрия оксианионов галогенов изучена ранее методами классической полярографии [1—4] и вращающегося дискового электрода [5, 6]; показаны вольтамперометрическая инертность оксианионов хлора (ClO_3^- и ClO_4^-) и наличие хорошо развитых волн оксианионов брома и иода (BrO_3^-, BrO_4^-, IO_3^-, IO_4^-). Представляло интерес исследование электровосстановления оксианионов Br и I весьма информативным методом хроновольтамперометрии с целью получения кинетических параметров данных процессов еще одним независимым методом и сравнения их с ранее полученными значениями.

Хроновольтамперометрические измерения (объекты — бромат и иодат) производились с помощью осциллографического полярографа ПО 5122 (модель 3) в закрытой ячейке в атмосфере гелия на электродах из высокочистых Cd, Zn, Cu, Sn и амальгамированной меди (методика подготовки электродов к измерениям описана в [5]). Все использованные в работе соли были дважды перекристаллизованы из бидистиллята или имели квалификацию «ос. ч.». В качестве электрода сравнения применяли насыщенный каломелевый электрод.

Осуществление хроновольтамперометрических измерений целесообразнее в данном случае на стационарных электродах, так как параметр σ [7], регулирующий возможность установления необходимого для хроновольтамперометрических измерений режима нестационарной диффузии и равный (для случая полностью необратимой реакции первого порядка, характерного для восстановления анионов BrO_3^- и IO_3^-)

$$\sigma = 2{,}59\, \alpha nFV/RT\omega\, (\nu/D)^{1/3} \qquad (1)$$

(где α — коэффициент переноса; n — число электронов; V — скорость развертки; ω — скорость вращения электрода; ν — кинематическая вязкость; D — коэффициент диффузии; остальные величины имеют обычный смысл), имеет при обычных рабочих скоростях вращения электрода (900—1000 об/мин) очень низкое значение ($\ll 1$), свидетельствующее о наличии нежелательного в данном случае режима стационарной диффузии.

На рис. 1 показана хроновольтамперограмма (ХВАГ) аниона BrO_3^-, снятая на Cd-электроде в 0,1М LiCl. Эта кривая, имеющая обычный для ХВАГ вид (при использовании треугольной развертки напряжения не наблюдаются анодные токи пика, что свидетельствует о существенной необратимости процесса), позволяет рассчитать кинетические параметры реакции по известным уравнениям хроновольтамперометрии. Значение αn можно рассчитать из разности значений потенциалов пика и полупика по уравнению Мацуды—Аябе [8, 9]

$$E_{p/2} - E_p = 0{,}048/\alpha n, \tag{2}$$

а также по уравнению [8, 9]

$$E_p = E^0 - \frac{RT}{\alpha nF}(0{,}78 - \ln k_s + \ln\sqrt{Db}), \tag{3}$$

где

$$b = \alpha nFV/RT, \tag{4}$$

а E_0 — стандартный потенциал реакции. Из уравнения (3) следует, что угол наклона зависимости E_p—$\lg V$ равен

$$dE_p/d\lg V = 0{,}03/\alpha n. \tag{5}$$

Отсюда также можно рассчитать значение αn. Величины αn, рассчитанные по уравнению (2) и из графика $E_p - \lg V$ с учетом соотношения (5), равны соответственно 0,63 и 0,58 (полученное нами ра-

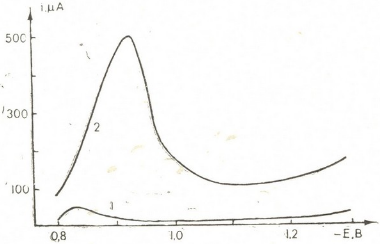


Рис. 1. Хроновольтамперограмма бромат-иона на Cd-электроде, 0,1MLiCl; 0,08 В/С; 25°С; 1 — фон; 2 — фон+0,001 М $CsBrO_3$

нее методом вращающегося диска значение αn для восстановления бромата на Cd равно 0,6). По уравнению [8]

$$E_p = -1{,}14\frac{RT}{\alpha nF} + \frac{RT}{\alpha nF}\ln\frac{k_0}{D^{1/2}} - \frac{RT}{2\alpha nF}\ln \alpha nV \tag{6}$$

рассчитано значение константы скорости k_0 (при $E=0$ отн. нас. к. э.), по уравнению (3) — значение стандартной константы скорости k_s. Эти значения равны $k_0=3{,}2\cdot10^{-12}$ см/с; $k_s=3{,}98\cdot10^{-15}$ см/с. Значения, определенные методом вращающегося диска [6], равны $k_0=1{,}1\cdot10^{-11}$ см/с; $k_s=1{,}63\cdot10^{-15}$ см/с. Таким образом, значения αn, k_0 и k_s процесса восстановления аниона BrO_3^- на кадмиевом электроде, определенные двумя независимыми методами, близки друг другу.

ХВАГ бромата, снятые на других электродах — Zn, Cu, Sn, Cu-Hg, не имеют четких максимумов тока, что затрудняет использование закономерностей хроновольтамперометрии для расчета кинетических параметров.

ХВАГ были сняты также для процесса восстановления иодата на различных электродах. На рис. 2 показана ХВАГ IO_3^--иона для

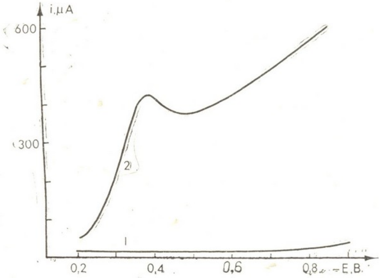


Рис. 2. Хроновольтамперограмма иодат-иона на Cu-Hg-электроде. 0,1 M HCl; 0,08 В/с; 25°C; 1 — фон; 2 — фон+0,0005 M KIO_3

случая электрода из Cu-Hg в 0,1 M HCl, по которой рассчитаны величины αn и k_s, равные соответственно 0,60 и $5{,}1\cdot10^{-16}$ см/с (ранее эти параметры для данного случая не рассчитывались).

В таблице приводятся значения αn и k_s процесса восстановления иодата на различных электродах, полученные методом вращающегося диска [5] и методом хроновольтамперометрии.

Электрод и фон	Вращающийся диск		Хроновольтамперометрия	
	αn	k_s, см/с	αn	k_s, см/с
Cd (0,1 M LiCl)	0,43	$0{,}9\cdot10^{-13}$	0,50	$5{,}1\cdot10^{-11}$
Zn (0,1 M KCl)	0,55	$3{,}0\cdot10^{-14}$	0,48	$1{,}1\cdot10^{-14}$
Cu (0,1 M $SrCl_2$)	0,40	$6{,}1\cdot10^{-10}$	0,43	$2{,}4\cdot10^{-9}$
Cu-Hg (0,1 M $SrCl_2$)	0,54	$4{,}8\cdot10^{-15}$	0,53	$3{,}2\cdot10^{-13}$

Как видно из таблицы, значения αn и k_s, определенные двумя независимыми методами, находятся в удовлетворительном согласии друг с другом (с учетом величин порядков констант скорости).

Академия наук Грузинской ССР
Институт неорганической химии
и электрохимии

(Поступило 9.12.1988)

ელექტროქიმია

რ. კვარაცხელია, თ. მაჭავარიანი, გ. კვარაცხელია

ჰალოგენთა ოქსიანიონების ქრონოვოლტამპერომეტრია

რეზიუმე

ქრონოვოლტამპერომეტრიის მეთოდით განსაზღვრულია ბრომატ- და იოდატ-ანიონების ელექტროაღდგენის პროცესების კინეტიკური პარამეტრები αn, k_0 და k_s სხვადასხვა ელექტროდებზე. ნაჩვენებია, რომ ისინი კარგად ეთანხმებიან მბრუნავი დისკის მეთოდით მიღებულ მნიშვნელობებს.

ELECTROCHEMISTRY

R. K. KVARATSKHELIYA, T. Sh. MACHAVARIANI, G. R. KVARATSKHELIYA

CHRONOVOLTAMMETRY OF THE OXIANIONS OF HALOGENS

Summary

Kinetic parameters of the processes of electroreduction of the bromate and iodate anions (αn, k_0, k_s) have been calculated by the chronovoltammetric method at the various electrodes. It has been shown that these parameters are in good agreement with the values obtained by the rotating disk method.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Зыков, С. И. Жданов. ЖФХ, 32, № 3, 1958, 644.
2. В. И. Зыков, С. И. Жданов. ЖФХ, 32, № 4, 1958, 791.
3. A. M. Shams El Din, T. M. H. Saber, H. A. El Shayeb. J. Electroanalyt. Chem., 36, № 2, 1972, p. 411.
4. A. M. Shams El Din, T. M. H. Saber, H. A. El Shayeb. J. Electroanalyt. Chem., 57, № 1, 1974, p. 241.
5. Р. К. Кварацхелия, Т. Ш. Мачавариани. Электрохимия, 20, № 3, 1984, 303.
6. Р. К. Кварацхелия, Т. Ш. Мачавариани, Г. Р. Кварцхелия. Электрохимия, 22, № 12, 1986, 1612.
7. М. Р. Тарасевич, Е. И. Хрущева, В. Ю. Филиновский. Вращающийся дисковый электрод с кольцом. М., 1987.
8. З. Галюс. Теоретические основы электрохимического анализа. М., 1974.
9. В. И. Гороховская, В. М. Гороховский. Практикум по электрохимическим методам анализа. М., 1983.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 621.357.2;538.22

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Р. И. АГЛАДЗЕ (академик АН ГССР), М. Н. ДЖАЛИАШВИЛИ, Г. Н. МЧЕДЛИШВИЛИ, М. Б. КЕРЕЧАШВИЛИ, Д. Г. ДЖИНЧАРАДЗЕ

ЗАВИСИМОСТЬ СВОЙСТВ ФЕРРИТОВОГО СЫРЬЯ ОТ УСЛОВИЙ ЭЛЕКТРОЛИЗА

Изготовление электролитического сырья для синтеза ферритов системы MnO-ZnO-Fe_2O_3 осуществляется совместным электролизом синтетического сплава Fe-Mn и цинкового анода в 1 М растворе хлористого натрия с различным значением pH (8 и 11,8). Полученный продукт электролиза содержит около 6% ионов натрия, для удаления которых требуется трехкратная промывка осадка водой.

Было замечено, что как промытые, так и непромытые образцы, высушенные при комнатных условиях, характеризуются довольно высокой величиной удельной намагниченности насыщения. Поэтому интересным для исследования являлось изучение зависимости удельной намагниченности насыщения продуктов от степени очистки образцов от ионов натрия, pH рабочего электролита, а также температуры обжига порошков.

Измерение удельной намагниченности насыщения образцов проводилось динамическим весовым методом Сексмита.

Как показали исследования, независимо от температуры обжига и pH рабочего электролита химические составы порошков, обожженных в одних и тех же температурных режимах, не отклоняются от аналитически допустимых норм и являются идентичными (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав электролитической ферритовой шихты

T обжига, °C	Шихта, полученная при pH 8			Шихта, полученная при pH 11,8		
	Fe	Mn	Zn	Fe	Mn	Zn
140	48,01	12,72	11,88	48,83	12,54	11,20
240	50,51	13,00	8,80	49,19	12,89	9,62
550	51,63	13,18	7,33	52,19	12,60	7,29
950	48,01	12,79	11,88	48,01	12,79	11,88

Измерение удельной намагниченности насыщения электролитической шихты показало, что между σ_s и фазовым составом образцов имеется хорошая корреляция.

С повышением температуры обжига удельная намагниченность насыщения порошков падает (табл. 2). Эта зависимость значительно выражается при обжиге образцов, изготовленных в электролите с pH 11,8.

σ_s образцов, обожженных изотермически при 500°С, снижается до 0,59 Гс·см³/г, тогда как удельная намагниченность насыщения для порошков, полученных в электролите с pH 8,0, в том же температурном интервале отвечает 28,6 Гс·см³/г.

Таблица 2

Зависимость удельной намагниченности насыщения электролитической шихты от pH электролита и температуры обжига

T обжига, °C	pH 8,0		pH 11,8	
	Помол	σ_s, Гс·см³/г	Помол	σ_s, Гс·см³/г
140	да	40,21	да	12,00
240	нет	40,99	нет	12,50
240	да	39,73	да	12,94
	нет	39,40	нет	13,29
300	да	38,72	да	12,55
	нет	39,71	нет	14,59
500	да	28,60	да	0,59
	нет	19,71	нет	6,86
550	да	17,57	да	0,36
	нет	17,81	нет	0,84
950	да	6,30	да	2,55
	нет	6,74	нет	2,16

Что касается влияния дезагрегации образцов, наблюдается незначительное влияние помола порошков на абсолютные величины удельной намагниченности насыщения, в особенности для образцов, изготовленных при pH 8,0. Однако остается ясным, что при обжиге, во всех температурных интервалах высокими значениями σ_s характеризуется электролитическое сырье, изготовленное электролизом железо-марганцевого сплава совместно с цинковым анодом в 1 М растворе хлористого натрия с pH 8,0. Значения удельной намагниченности насыщения в 3 раза превышают таковые для образцов, изготовленных при pH 11,8.

Идентификация фазового состава дала возможность объяснения причины различия в величинах намагниченности насыщения обоих образцов (табл. 3).

Таблица 3

Фазовые изменения электролитической ферритовой шихты в процессе обжига

T обжига, °C	Шихта, изготовленная при pH 8,0		Шихта, изготовленная при pH 11,8	
	Фазовый состав	Параметр решетки	Фазовый состав	Параметр решетки
140	шпинель	8,37	шпинель+β(Fe, Mn) OOH	8,44
240	то же	8,34	то же	8,35
300	то же	8,31	то же	8,33
550	$\alpha=Fe_2O_3$+шпинель	8,42	$\alpha=Fe_2O_3$+шпинель	8,39
950	то же	8,43	то же	8,42

Электрохимическое сырье, изготовленное при pH 8, однофазно до 550°C и состоит из шпинельной структуры, тогда как продукт электролиза в растворе с pH 11,8, наряду с шпинельной фазой, содержит смесь моногидратов марганца и железа — (Fe, Mn) OOH, что, очевидно, является причиной занижения намагниченности насыщения электролитического сырья.

Степень очистки сырья от ионов натрия является значительным фактором в технологии изготовления ферритов. По оценке только удельной намагниченности насыщения можно сделать вывод, что удельная намагниченность насыщения электролитического сырья, промытого от ионов натрия, отличается не на значительную величину от непромытых образцов (табл. 4).

Таблица 4

Удельная намагниченность насыщения электролитического марганец-цинкового ферритового сырья

Промывка	T обжига, °C	Фазовый состав	Удельная намагниченность насыщения, $Гс \cdot см^3/г$
да	140	шпинель	40,99
нет		то же	33,05
да	240	то же	39,40
да	300	то же	39,71
да	500	α-Fe_2O_3+шпинель	19,71
да	550	то же	17,81
да	600	то же	0,84
да	950	шпинель+α-Fe_2O_3	6,74
нет		то же	5,04
да	1260	шпинель	83,96

С увеличением доли фазы α-Fe_2O_3 удельная намагниченность насыщения падает до 0,84 $Гс \cdot см^3/г$. Значение σ_s повышается с повышением температуры обжига, когда вновь начинается перестройка фаз с увеличением количества шпинельной фазы, и к 1260°C и достигает 83,96 $Гс \cdot см^3/г$.

Академия наук Грузинской ССР
Институт неорганической химии
и электрохимии

(Поступило 8.12.1988)

ელექტროქიმია

რ. აგლაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), მ. ჯალიაშვილი,
გ. მჭედლიშვილი, მ. ქერეჭაშვილი, დ. ჯინჭარაძე

საფერიტე კაზმის თვისებების დამოკიდებულება ელექტროლიზის პირობებთან

რეზიუმე

რკინა-მანგანუმის შენადნობისა და თუთიის ანოდის თანაური ელექტროლიზით 1M ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარში pH 8 და 11,8 დროს დამზადებულია საფერიტე კაზმი. ხვედრითი მაგნიტური შეღწევადობის გაზომვით, რენტგენოფაზური და ქიმიური ანალიზით დადგენილია, რომ pH 8-ზე მიღებული ელექტროლიტური საფერიტე კაზმის ფაზური შემადგენლობა უპასუხებს შპინელურ სტრუქტურას და მიუხედავად ქიმიური შემადგენლობის იდენტურობისა მისი σ_s სამჯერ აღემატება იგივე კაზმის მახასიათებლებს, რომელიც

მზადდება pH 11,8 დროს და წარმოადგენს ორფაზურ სისტემას, სადაც შპინელთან ერთად არსებობს რკინისა და მანგანუმის ჟანგეულთა მონოჰიდრატების ნარევი.

ELECTRCHEMISTRY

R. I. AGLADZE, M. N. JALIASHVILI, G. N. MCHEDLISHVILI,
M. B. KERECHASHVILI, D. G. JINCHARADZE

THE INTERRELATION BETWEEN THE FERRITE MIX PROPERTIES AND THE ELECTROLYSIS CONDITIONS

Summary

The ferrite mix has been prepared by the electrolysis of iron-manganese alloy and zinc anodes in the 1 M NaCl solution at pH 8 and 11,8. It has been established by specific saturation magnetization measuring, X-ray and chemical analysis that the phase composition of the electrolytic ferrite mix prepared at pH 8 corresponds to a spinel structure and, despite the identity of the chemical composition, its σ_s is three times greater than the similar characteristics of the mix which is prepared at pH 11,8 and which corresponds to the two-phase system where the mixture of the iron and manganese oxides monohydrates exists together with a spinel.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 541.138.3:543.253

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

В. В. ШАВГУЛИДЗЕ, М. Р. ЧАГУНАВА

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ЭЛЕКТРОВОССТАНОВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСОВ НИКЕЛЯ (II) С N,N-ДИЭТИЛНИКОТИНАМИДОМ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО КОНСТАНТЫ УСТОЙЧИВОСТИ НА ОСНОВЕ ПОЛЯРОГРАФИЧЕСКИХ КАТАЛИТИЧЕСКИХ ТОКОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Н. Джапаридзе 7.12.1988)

Каталитический эффект при электровосстановлении комплексов никеля (II) с N,N-диэтилникотинамидом (ДЭНА) исследовался в работах [1, 2]. Было установлено, что ДЭНА образует каталитическую предволну при потенциалах менее отрицательных, чем потенциал разряда аккваионов никеля (II), и что каталитическая предволна связана с восстановлением комплексов никеля (II) в адсорбционном слое.

В настоящей работе для количественного исследования каталитического процесса в системе Ni^{2+}-ДЭНА-H_2O использовано общее уравнение необратимой поверхностной кинетической (каталитической) волны, обусловленной замедленной рекомбинацией частиц [3]. Опыты проводились при условии соблюдения для ДЭНА адсорбционной изотермы Генри (низкие концентрации ДЭНА, капающий ртутный электрод с лопаточкой). Учитывая относительно небольшую устойчивость комплексов никеля (II) с ДЭНА, образованием комплексов в объеме раствора при низких концентрациях ДЭНА ($c_{ДЭНА}=6{,}0\cdot10^{-4}$ моль/л) можно пренебречь.

Использованное нами уравнение поверхностной каталитической предволны на основе работы [3], упрощенное впоследствии в работе [5], предусматривает выполнение следующих условий: низкие концентрации фонового электролита ($\leqslant 0{,}1$ M$NaClO_4$), деполяризатора ($\leqslant 5\cdot10^{-5}$ M) и лиганда ($c_{ДЭНА}=6\cdot10^{-4}$ M).

Исследование проводилось с помощью полярографа ОН-102 (ВНР) в термостатированной ячейке [6] при 25±0,1°С в атмосфере гелия капающим ртутным электродом с принудительным отрывом капель (электрод с лопаточкой [4]). Фоновым электролитом служил 0,1 M$NaClO_4$, не содержащий поверхностно-активных веществ. Концентрацию ДЭНА меняли от $5\cdot10^{-5}$ до $6\cdot10^{-4}$ моль/л; концентрация нитрата никеля составляла $5\cdot10^{-5}$ моль/л. Безводный ДЭНА был получен из 25% раствора отгонкой воды и последующей вакуумперегонкой. Все растворы были приготовлены на бидистилляте. Электродом сравнения служил насыщенный каломельный электрод, нестандартность которого устанавливалась аналогично [5]. Применялся потенциометрический контроль потенциала (компаратор напряжения Р-3003). Предельный каталитический ток измерялся при E = —0,90 В, предельный диффузионный ток — при E = 1,20 В.

На рис. 1 показаны полярограммы восстановления ионов никеля (II) на фоне перхлората натрия в присутствии ДЭНА. Величина предельного каталитического тока ($\bar{i}^k_{пр}$) (кр. 2, 3, 4, 5 рис. 1) зависит от природы и концентрации фонового электролита. $\bar{i}^k_{пр}$ увеличивается в направлении $Cs^+ < Na^+ < Li^+$ и уменьшается с ростом ионной силы раствора, создаваемой перхлоратом натрия. Это указывает на поверхностную природу каталитической реакции и на образование положительно заряженного электроактивного комплекса с адсорбированным лигандом.

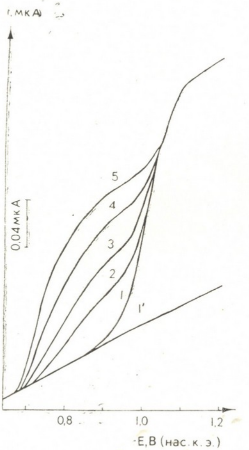


Рис. 1. Каталитические предволны и диффузионная волна (1) иодов никеля (II) в 0,1 М $NaClO_4 + 5 \cdot 10^{-5}$ М Ni^{2+} + *x*М ДЭНА; $x \cdot 10^4$, М: 1—0; 2—0,5; 3—1,0; 4—2,0; 5—4,0; 1'— кривая в 0,1 М $NaClO_4$

На основании уравнений (7) и (8) работы [5] были рассчитаны кинетические параметры каталитической предволны. С использованием найденного по уравнению (7) $\alpha n_\alpha = 0{,}98 \pm 0{,}04$ и величин $E^k_{1/2}$, $\bar{i}^k_{пр}$ и $\bar{i}^d_{пр}$ (рис. 2)

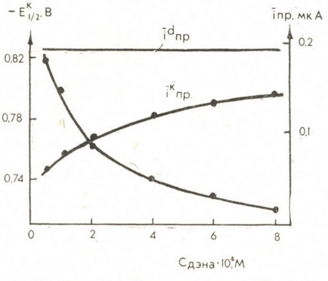


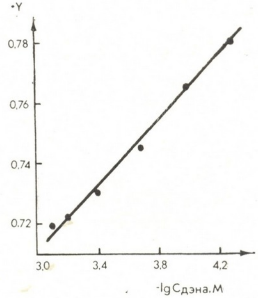
Рис. 2. Зависимость потенциала полуволны каталитической предволны, предельного диффузионного и предельного каталитического токов в 0,1 М $NaClO_4 + 5 \cdot 10^{-5}$ М Ni^{2+} + ДЭНА от концентрации ДЭНА; $E_{\bar{i}^k_{пр}} = -0{,}90$ В

было подтверждено уравнение (8) [5] (рис. 3). Наклон прямой Y—lg $c_{дэна}$ равен 0,059, что при указанном значении αn_α дает $h+1=0{,}99$. Отсюда можно принять, что $h+1 \approx 1$ и, следовательно, $h=0$. Это соответствует каталитическому процессу, описываемому схемой

$$Ni^{2+} \xrightarrow[\text{дифф}]{} Ni^{2+} \overset{\text{ДЭНА}_{\text{адс}}}{\rightleftarrows} Ni(\text{ДЭНА}_{\text{адс}})^{2+} \xrightarrow{2\bar{e}} Ni^{0} + \text{ДЭНА}_{\text{адс}}.$$

Таким образом, каталитический ток в системе Ni^{2+}-ДЭНА-H_2O в изученных нами экспериментальных условиях определяется комплексообразованием акваионов никеля (II) с адсорбированным на электроде N,N-диэтилникотинамидом.

Рис. 3. Зависимость величины Y от концентрации ДЭНА: 0,1 M $NaClO_4 + 5 \cdot 10^{-5}$ M Ni^{2+} + xM ДЭНА; $x \cdot 10^4$M: 1—0,5; 2—1,0; 3—2,0; 4—4,0; 5—6,0; 6—8,0



Комплексы никеля (II) с производными монопиридинкарбоновых кислот — биологически важные объекты, однако устойчивость их в растворе изучена недостаточно. В настоящей работе нами была определена константа устойчивости N,N-диэтилникотинамидного комплекса никеля (II) на основе полярографических каталитических то-

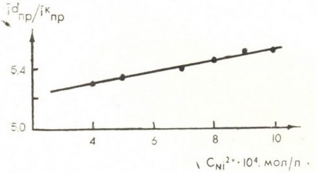


Рис. 4. Зависимость $\bar{i}^d_{\text{пр}}/\bar{i}^k_{\text{пр}}$ от концентрации никеля (II).

ков. Для описания электродного процесса при избытке никеля (II) использовалась следующая схема:

$$\begin{array}{ccccc} Ni^{2+} & \xrightarrow[\text{дифф}]{} & Ni^{2+} & \xrightarrow{\text{ДЭНА}_{\text{адс}}} (Ni\text{ДЭНА}_{\text{адс}})^{2+} \xrightarrow{2\bar{e}} \\ \updownarrow & & & \\ (Ni\text{ДЭНА})^{2+} & \xrightarrow[\text{дифф}]{} & (Ni\text{ДЭНА})^{2+} & \end{array} \qquad (1)$$

При избытке никеля (II) в схеме (1) можно пренебречь каталитическим взаимодействием $(Ni\text{ДЭНА})^{2+}$ с адсорбированным ДЭНА. При условии $c_{\text{ДЭНА}} \ll c_{Ni^{2+}}$ можно ограничиться учетом лишь монолигандного комплекса никеля (II) в объеме раствора. В данном случае при $c_{\text{ДЭНА}} = \text{const}$ и

$\bar{i}^{k}_{\text{пр}} \ll \bar{i}^{d}_{\text{пр}}$ применимо кинетическое уравнение (уравнение (329) в работе [3]):

$$\bar{i}^{d}_{\text{пр}}/\bar{i}^{k}_{\text{пр}} = k + k\,\beta_1\, c_m, \qquad (2)$$

где $\bar{i}^{d}_{\text{пр}}$—предельный диффузионный ток никеля (II); $\bar{i}^{k}_{\text{пр}}$— предельный каталитический ток.

Как видно из рис. 4, уравнение (2) хорошо согласуется с опытными данными. Из рис. 4 и уравнения (2) была найдена константа устойчивости комплекса (Ni ДЭНА)$^{2+}$ $\beta_1 = 43 \pm 1,15$ ($\mu = 0,1$; 25°C). Найденное значение β_1 хорошо согласуется с результатами, полученными в работе [7] потенциометрическим методом.

Академия наук Грузинской ССР
Институт неорганической химии
и электрохимии

(Поступило 15.12.1988)

ელექტროქიმია

ვ. შავგულიძე, მ. ჩაგუნავა

N, N-დიეთილნიკოტინამიდთან ნიკელის (II) კომპლექსის ელექტროაღდგენის მექანიზმის შესწავლა და პოლაროგრაფიულ კატალიზურ დენებზე დაყრდნობით მისი მდგრადობის მუდმივას განსაზღვრა

რეზიუმე

დადგენილია, რომ კატალიზური დენი სისტემაში Ni^{2+}—N, N-დიეთილნიკოტინამიდი — H_2O განპირობებულია Ni(II)-ის აკვაიონების კომპლექსწარმოქმნით ელექტროდზე ადსორბირებულ N,N-დიეთილნიკოტინამიდთან. განსაზღვრულია აღნიშნული კომპლექსის მდგრადობის მუდმივა $\beta_1 = 43 \pm 1,5$ (იონური ძალა $\mu = 0,1$; 25°C).

ELECTROCHEMISTRY

V. V. SHAVGULIDZE, M. R. CHAGUNAVA

A STUDY OF THE MECHANISM OF ELECTROREDUCTION OF NICKEL (I) COMPLEX WITH N, N-DIETHYLNICOTINAMIDE AND DETERMINATION OF ITS STABILITY CONSTANT ON THE BASIS OF POLAROGRAPHIC CATALYTIC CURRENTS

Summary

It is shown that the catalytic current in the Ni^{2+}—N,N-diethylnicotinamide—H_2O system is determined by the complexing of Ni (2) aquo ions with N,N-diethylnicotinamide adsorbed on the electrode surface. The stability constant of the mentioned complex $\beta_1 = 43 \pm 1,5$ (ionic strenght $\mu =$ 0,1; 25°C) has been obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Шавгулидзе, Э. Д. Гецадзе. Электрохимия, т. 16, 1980, 308.
2. В. В. Шавгулидзе, Э. Д. Гецадзе, Н. Г. Бекаури. Сообщения АН ГССР, 94, № 1, 1979, 101.
3. Я. И. Турьян. Химические реакции в полярографии. М., 1980, 60.
4. Е. М. Скобец, Н. С. Кавецкий. Зав. лаб., т. 15, 1949, 1299.
5. Я. И. Турьян, И. И. Москатов. Электрохимия, т. 18, 1982, 1039.
6. С. Г. Майрановский, Ф. С. Титов. ЖАХ, т. 15, 1960, 121.
7. Х. Х. Хакимов, М. А. Азизов, К. С. Хакимова. ЖНХ, т. 16, 1971, 128.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 556.048

ГИДРОЛОГИЯ

Э. Я. САБАДЗЕ

МЕТОДЫ ПРИБЛИЖЕННОЙ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ S_B ДЖОНСОНА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Сванидзе 16.12.1988)

В гидрологической практике широко применяются различные типы распределения, среди которых в последнее время для описания речного стока рекомендуют распределение S_B Джонсона [1], которое обладает рядом преимуществ перед другими распределениями.

Плотность распределения S_B Джонсона имеет следующий вид:

$$f(x)=\frac{1}{\sigma_\tau\sqrt{2\pi}}\cdot\frac{b-a}{(x-a)(b-x)}\exp\left\{-\frac{1}{2\sigma_\tau^2}\left[\ln\left(\frac{x-a}{b-x}\right)-m_\tau\right]^2\right\}, \tag{1}$$

где a и b—соответственно нижняя и верхняя границы случайной величины x_i; m_τ и σ_τ—математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение нормально распределенной последовательности τ_i, $\tau_i=\ln\left(\frac{x_i-a}{b-x_i}\right)$.

Основная трудность при использовании S_B Джонсона связана с определением его границ a и b. Исходя из физических соображений стока с уверенностью можно сказать, что параметр a изменяется от 0 до наименьшего наблюденного значения, а параметр b — от наивысшего наблюденного значения до бесконечности.

Выбор границ распределения S_B Джонсона производится с помощью последовательного перебора сочетаний этих границ с использованием разных статистических критериев проверки соответствия теоретических и эмпирических функций распределения [2].

Здесь мы рассмотрим лишь приближенные оценки параметров, которые являются простыми и удобными.

1. Если заданы параметры a и b, для оценки m_τ и σ_τ в [3] используются приближенные формулы:

$$m_\tau^*=\ln\left(\frac{1-a}{b-1}\right) \quad (2), \quad \sigma_\tau=\frac{b-a}{(1-a)(b-1)}\,c_v, \tag{3}$$

где $1=\overline{K}$ $\left(K_i=\frac{Q_i}{\overline{Q}}\right)$ является модульным коэффициентом расхода воды). Однако формулы (2) и (3) при больших значениях коэффициента вариации (C_v) дают значительные ошибки, поэтому построенные по этим параметрам теоретические кривые обеспеченности заметно расходятся с эмпирическими точками (рис. 1).

В результате проведенного анализа и изучения характера взаимосвязи параметром S_B Джонсона с параметрами C_v и C_s исходного ряда эмпирическим путем получены следующие формулы:

$$m_\tau^{**} = \ln\left(\frac{1 - a}{(b-1)\sqrt{1 + \left(\frac{C_v}{1-a}\right)^2}}\right), \tag{4}$$

$$\sigma_\tau^{**} = \frac{b + a + \dfrac{2\,C_s}{2b - 1}}{b + a - 1}\cdot(1 + a)\cdot C_v. \tag{5}$$

Если за истинные значения m_τ и σ_τ принять оценку методом моментов, который для нормальной последовательности дает такой же результат, что и метод наибольшего праздоподобия, то окажется, что

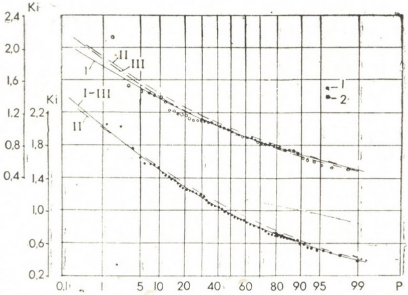


Рис. 1. Кривые наблюденных среднегодовых (1 — р. Дон, г. Калач), 2 — р. Десна, г. Брянск) расходов воды и теоретических (с параметрами: I — a, b, m_τ, σ_τ, II — a, b, m_τ^*, σ_τ^*, III — a, b, m_τ^{**}, σ_τ^{**}) кривых обеспеченностей

формулы (4) и (5) дают более надежные значения m_τ и σ_τ (таблица) и соответственно кривая, построенная по этим параметрам, более четко описывает эмпирическое распределение, чем кривая с параметрами (a, b, m_τ^*, σ_τ^*), (рис. 1).

2. Если известно значение расхода воды 50% обеспеченности ($K_{0,5}$) и параметра, который для малых соотношений C_s/C_v можно приравнять нулю, то для определения верхнего предела распределения S_B Джонсона рекомендуем формулу

$$b = \frac{(1-a)^2\cdot K_{0.5} - (K_{0.5} - a)\sqrt{C_v^2 + (1 - a)^2}}{(1-a)^2 - (K_{0.5} - a)\sqrt{C_v^2 + (1 - a)^2}}. \tag{6}$$

Оценку остальных m_τ и σ_τ параметров можно получить с помощью формул (4) и (5). Кроме (4), для вычисления m_τ можно использовать и формулу

$$m_\tau = \ln\left(\frac{K_{0.5} - a}{b - K_{0.5}}\right). \tag{7}$$

Как видно, указанный способ является довольно простым и удобным

Параметры m_τ и σ_τ распределения S_B Джонсона, определенные разными формулами

Река—пункт	Характеристики C_v; C_s; a; b	Метод моментов		m_τ^*	σ_τ^*	m_τ^{**}	σ_τ^{**}
		m_τ	σ_τ				
Вента (Абава)	0,27; 0,49; 0; 11,83	—2,417	0,293	—2,382	0,295	—2,417	0,296
Десна (Чернигов)	0,35; 0,49; 0,2; 178	—5,465	0,370	—5,399	0,383	—5,467	0,368
Дон (Калач)	0,345; 0,78; 0,15; 4,2	—1,394	0,541	—1,326	0,514	—1,402	0,540
Неман (Смолининский)	0,16; 0,55; 0; 6,12	—1,646	0,193	—1,633	0,191	—1,646	0,194

для расчета. Анализ кривых распределения показывает удовлетворительное соответствие теоретической кривой с эмпирическими точками.

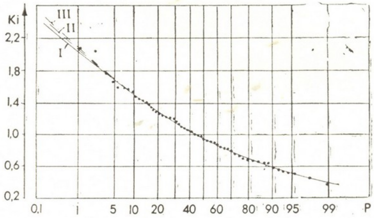


Рис. 2. Кривые наблюденных сверднегодовых расходов воды р. Дон (г. Калач) и теоретических (при: I—a=0, II—a=0,1, III—a=0,15) кривых обеспеченностей

В заключение можно сделать следующие выводы:

а) при известных параметрах a и b оценку m_τ и σ_τ можно получить с помощью формул (4) и (5);

б) увеличение параметра a ведет к повышению асимметричности ряда, которое в ряде случаев практически незаметно;

в) при известном параметре a (который часто приравнивается нулю) для оценки параметров b, m_τ и σ_τ рекомендуются формулы (6), (4) и (5), которые дают хорошие результаты.

Закавказский региональный
научно-исследовательский
институт

(Поступило 16.12.1988)

ჰიდროლოგია

ე. საბაძე

ჯონსონის S_B განაწილების ფუნქციის პარამეტრების შეფასების მიახლოებითი მეთოდები

რეზიუმე

ჰიდროლოგიურ გაანგარიშებებში ფართოდ გამოიყენება ჯონსონის S_B განაწილების ფუნქცია. განხილულია პარამეტრების შეფასების მიახლოებითი

მეთოდები, რომლებიც გამოირჩევიან სიმარტივით. სხვადასხვა მდინარეებზე ჩატარებულმა გაანგარიშებებმა დაადასტურეს აღნიშნული მეთოდების პრაქტიკულად გამოყენების შესაძლებლობა.

HYDROLOGY

E. Ya. SABADZE

APPROXIMATE ESTIMATION METHODS OF JONSON S_B DISTRIBUTION FUNCTION PARAMETERS

Summary

Jonson S_B distribution function is widely used in hydrological calculations. Simple methods of approximate estimation of parameters are discussed. The possibilities of practical application of these methods are supported by calculations at different rivers.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Г. Сванидзе. Математическое моделирование гидрологических рядов. Л., Л., 1977.
2. Г. Л. Григолия. Водные ресурсы, № 6, 1979.
3. Н. Д. Кодуа. Стохастические методы описания колебаний речного стока и пути применения стохастических моделей водно-энергетических расчетов. Отчет по теме ГПИ им. В. И. Ленина. Тбилиси, 1984.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 556.048

ГИДРОЛОГИЯ

З. А. ПИРАНАШВИЛИ, Э. Я. САБАДЗЕ

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ОДНОМЕРНОЙ ФУНКЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЧНОГО СТОКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Сванидзе 1.12.1988)

Для вероятностного описания и расчета метеорологических и гидрологических величин, которым свойственна повышенная асимметрия (например, характеристики дождевых паводков), нередко к хорошим результатам приводит использование логарифмически-нормального распределения. Имея простую взаимосвязь с нормальным распределением, его легко и удобно можно использовать при моделировании гидрологических рядов для решения разных гидроэнергетических и хозяйственных задач.

Плотность лог-нормального распределения имеет следующий вид:

$$f(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma_\tau}\cdot\frac{1}{(x-a)}\ \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma_\tau^2}\,[\ln(x-a)-m_\tau]^2\right\}, \qquad (1)$$

где a— нижняя граница случайной величины x (часто в гидрологической практике берется $a=0$), m_τ и σ_τ—математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение нормально распределенной последовательности τ_i, $\tau_i=\ln(x_i-a)$.

Оценку параметров (a, m_τ, σ_τ) можно получить несколькими методами. Здесь мы рассмотрим следующие методы:

1. Метод моментов, который для нормальной последовательности дает такой же результат, что и метод наибольшего правдоподобия [1].

Можно рассмотреть два случая:

а) когда параметр a известен, часто приравнивается нулю и, таким образом, получается двухпараметрическое лог-нормальное распределение;

б) когда параметр a известен.

Отдельно рассмотрим эти случаи:

а) при известном параметре a оценку остальных m_τ и σ_τ параметров можно получить формулами

$$m_\tau=\frac{\sum\limits_{i=1}^{n}\ln(x_i-a)}{n}, \qquad (2)$$

$$\sigma_\tau=\sqrt{\frac{\sum\limits_{i=1}^{n}(\ln(x_i-a)-m_\tau)^2}{n-1}}. \qquad (3)$$

Однако использование формул (2) и (3) не всегда удобно. Авторы для оценки m_τ и σ_τ предлагают довольно простые для расчета формулы [2], [3]

$$m_\tau = \ln\left[\frac{1-a}{\sqrt{\frac{c_v^2}{(1-a)^2}+1}}\right], \tag{4}$$

$$\sigma_\tau^2 = \ln\left(\frac{C_v^2}{(1-a)^2}+1\right), \tag{5}$$

где C_v—коэффициент вариаций исходного ряда.

б) Установив связь между параметрами $(a,\ m_\tau,\ \sigma_\tau)$ и моментами ис-

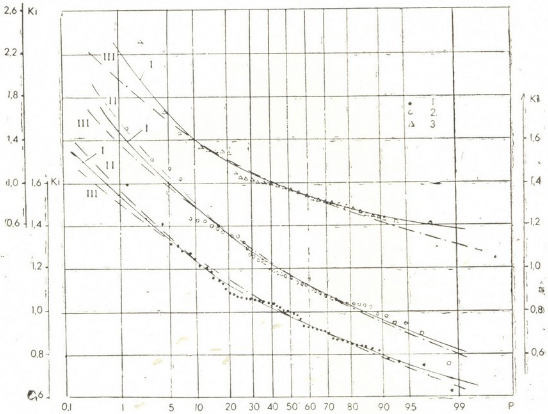


Рис. 1. Сопоставление наблюденных: среднегодовых (1 — р. Бзыбь, с. Джирхва, 2 — р. Кура, с. Минадзе) и максимальных (3 — р. Бзыбь, Джирхва) расходов воды и теоретических (с оценкой параметров: I — методом моментов, II — процентилей и III — моментов при a=0) кривых обеспеченностей

одного ряда [2], после некоторых преобразований получаем систему трех уравнений с тремя неизвестными:

$$\begin{cases} 3=(\alpha-x)\cdot\dfrac{\gamma}{\beta^2}-\dfrac{\beta}{(\alpha-x)^3}, \\ y^2+2=(\alpha-x)\cdot\dfrac{\gamma}{\beta^2}, \\ Z=\dfrac{\alpha-x}{y}, \end{cases} \tag{6}$$

где α— начальный момент I порядка исходного ряда, β и γ—центральные моменты соответственно II и III порядка; $x=a$; $y=\exp\left\{\frac{1}{2}\ \sigma_\tau^2\right\}$; $Z=\exp\{m_\tau\}$; $(y>0;\ \ Z>0)$. Однако надо заметить, что решение системы (6) не совсем удобно.

распределение, среди которых последнее можно считать более подходящим.

Надежную оценку параметров дает метод моментов, однако можно использовать и графо-аналитический способ.

Закавказский региональный
научно-исследовательский
гидрометинститут

(Поступило 1.12.1988)

ჰიდროლოგია

ზ. ფირანაშვილი, ე. საბაძე

მდინარის ჩამონადენის ერთგანზომილებიანი განაწილების ფუნქციის შეფასება

რეზიუმე

განხილულია ჰიდროლოგიურ გაანგარიშებებში ლოგ-ნორმალური განაწილების ფუნქციის გამოყენების საკითხი. მოცემულია მისი პარამეტრების შეფასების სხვადასხვა მეთოდი, რომელთა საიმედოობა და პრაქტიკულად გამოყენების შესაძლებლობა ნაჩვენებია საქართველოს მდინარეებზე ჩატარებული გაანგარიშებების საფუძველზე.

HYDROLOGY

Z. A. PIRANASHVILI, E. Ya. SABADZE

TOWARDS THE EVALUATION OF ONE-DIMENSIONAL FUNCTION OF RIVER FLOW DISTRIBUTION

Summary

The question of utilizing the lognormal distribution function in hydrological calculations is discussed. Various methods for the estimation of its parameters are given. The reliability of these methods and the possibility of their practical application are shown based on calculations carried out on Georgian rivers.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Крамер. Математические методы статистики. М., 1975.
2. Г. Г. Сванидзе. Математическое моделирование гидрологических рядов. Л., 1977.
3. Г. Г. Сванидзе, А. Ф. Торонджадзе, М. Г. Эдиберидзе, Р. Я. Читашвили, З. А. Пиранашвили. Сообщения АН ГССР, 53, № 1, 1969, 161—164.
4. Г. Хан, С. Шапиро. Статистические модели в инженерных задачах. М., 1963.
5. Е. Г. Блохинов. Распределение вероятностей величин речного стока. М., 1974.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 551.781 (479)

ГЕОЛОГИЯ

Н. Ш. САЛУКВАДЗЕ

К ВОПРОСУ О БИОФАЦИАЛЬНОМ РАЙОНИРОВАНИИ КАВКАЗА В ПАЛЕОЦЕН-ЭОЦЕНОВОЕ ВРЕМЯ

(Представлено академиком И. П. Гамкрелидзе 5.10.1988)

Исследователи, изучающие палеогеновые отложения юга СССР и содержащихся в них представителей фауны и флоры, нередко указывают, что на территории современного Кавказа и смежных регионов в палеоцен-эоценовое время существовали биофациальные (биогеографические) подразделения высокого ранга. Однако при разрешении вопроса о границе между ними возникают разногласия. Одни ее проводят по широте оз. Севан, другие — по северным склонам Малого Кавказа, а некоторые—по водоразделу Большого Кавказа. Имеется и иная точка зрения, согласно которой отмеченная граница в среднем эоцене проходила по Триалетскому хребту и по широте оз. Севан, а в верхнем эоцене — по хребтам Большого Кавказа [1]. Н. И. Мревлишвили [2] считает, что присутствие в Аджаро-Триалетском эоценовом море типично средиземноморских нуммулитов говорит о принадлежности этого бассейна в средне- и, возможно, позднеэоценовое время к южной (Средиземноморской) нуммулитовой провинции.

Анализируя новый материал по пространственному размещению нумуллитов, в том числе и нижнеэоценовых, и учитывая при этом, что гранулированные их разновидности обитали обычно в южных морях, можно заключить, что граница между северной и южной провинциями в течение всего эоцена проходила примерно по северной окраине Малого Кавказа.

Не следует упускать из виду и ареалы других характерных групп органического мира, которые, на наш взгляд, могут также послужить неплохим источником информации для биогеографического районирования. Эхиноидеи, населяющие верхнепалеоценовое море Грузинской глыбы (Цебельдинский, Лечхумский и другие участки), в Малокавказском бассейне становятся весьма редкими или отсутствуют. Аналогичная картина наблюдается и в расселении нижне- и верхнепалеоценовых моллюсков.

Вместе с тем, следует отметить, что палеоценовые и эоценовые литостратиграфические подразделения Грузинской глыбы и синхронные им образования на другой стороне Большого Кавказа и Крыма содержат близкостоящие по составу и характеру сменяемости комплексы представителей разных групп ископаемой фауны (планктонные и бентосные фораминиферы, нуммулиты, моллюски, морские ежи, раннеолигоценовая ихтиофауна). Более того, палеоценовые ассоциации моллюсков Грузинской глыбы (мачарские и келасурские комплексы), Северного Кавказа (эльбурганские комплексы) и Крыма (инкерманский и качинский комплексы) обнаруживают сходство с моллюсками Днепровско-Донецкой впадины Северной Украины (лузановский и сумский комплексы) и регионов Западной Европы (монский, тенетский, зелендский и другие комплексы). Судя по всему, на месте Большого Кавказа в палеоцен-эоценовое время были развиты небольшие островные поднятия (типа кордильер), являвшиеся источником сноса. Через межостровные пространства осуществлялось, очевидно, довольно свободное сообщение между палеогеновыми морями Грузинской глыбы и Северного Кавказа.

Изложенное дает достаточное основание полагать, что по показателям разных групп фауны границу между северными и южными биофациальными подразделениями предпочтительно проводить вдоль северного края Малого Кавказа. Именно здесь присходили наиболее значительные изменения в составе биот.

Надо отметить, что температурные данные для палеоцен-эоценового времени хотя и малочисленны и в некоторой степени противоречивы, но тем не менее дают основание предполагать, что различия в климатических условиях в пределах Кавказа, по-видимому, более всего были выражены между Северокавказскими биофациальными районами, с одной стороны, и южным районами Малого Кавказа (юг Армении и Нахичевани), — с другой. Промежуточные районы являлись переходными. В предполагаемой пограничной полосе палеогенового морского бассейна, даже во времена минимального его распространения (регрессивные периоды), как видно, не существовало непреодолимой для водообмена и миграции фауны ярко выраженной естественной преграды в виде барьера суши. Биофациальные подразделения, скорее всего, разделялись здесь разломом глубокого заложения (конседиментационный разлом) и, возможно, отдельными надводными возвышенностями. Стало быть, рассматриваемый рубеж не мог существенно препятствовать проникновению водных масс из холодноводных (северных) и тепловодных (южных) морей. Вполне возможно, что многие биофациальные единицы, расположенные с обеих сторон отмеченной границы, подвергались — где больше, где меньше — влиянию южных и северных водоемов. Примером могут служить нижнепалеоценовые (датские) морские ежи Грузии, часть которых принадлежит к средиземноморскому типу, другая часть населяла южные и северные моря, некоторые же — исключительно северные водоемы [3].

Все вышесказанное позволяет заключить, что морские бассейны, расположенные на территории Грузинской глыбы, Северного Кавказа и Крыма, представляли собой части одного палеобиогеографического подразделения — Крымско-Большекавказской провинции. В западную часть последней входили также биофациальные районы Северного Причерноморья (Причерноморская впадина и южный склон Украинского щита). Названная провинция, в свою очередь, являлась составной частью Североевропейской (бореальная или северная, у некоторых авторов) палеобиогеографической области. С западноевропейскими палеобассейнами (Южная Англия, Бельгия, Дания и др.) Крымско-Большекавказская провинция сообщалась главным образом через древние моря, располагавшиеся севернее Украинского щита (Днепровско-Донецкая впадина и др.), относившиеся уже к другой провинции Североевропейской области.

Хотелось бы отметить, что флишевые бассейны Большого Кавказа, входящие в состав рассматриваемой биофациальной провинции, населялись сравнительно бедными в таксономическом отношении сообществами организмов. Анализ систематического состава, к тому же, далеко не густонаселенных флишевых водоемов показывает, что по степени солености и температурным условиям они не отличались или почти не отличались от соседних мелководных морей. Фауна и в одном, и в другом районах в палеоцен-эоценовое время обитала преимущественно в условиях нормальной солености. Сказанное, кстати, полностью относится и к раннеолигоценовым (хадумским) водоемам Грузинской глыбы и Северного Кавказа. Труднопреодолимыми барьерами для заселения основной массы фауны и флоры в флишевые бассейны, видимо, являлись изменение характера режима осадконакопления, усиление привноса терригенного материала в прикордильерных частях, состав илов.

В палеоцен-эоценовое время на месте южной части Кавказа и смежных регионов располагалась вторая, пожалуй, не менее значительная биофациальная единица — М а л о к а в к а з с к а я п р о в и н ц и я. Последняя охватывала Аджаро-Триалетский и расположенные южнее водоемы Армении и Азербайджана, а также примыкающие территории Ирана и Турции. Для этой провинции, разумеется и для ее грузинской части, характерны многочисленность и многообразность крупных и мелких фораминифер, в том числе и гранулированных нуммулитов. Условия существования фауны и флоры были близки к относительно теплым субтропическим. Соленость вод в течение палеоцен-эоцена и раннего олигоцена (ходумское время) была в основном нормально-морская, близкая к океанической, о чем свидетельствуют стеногалинные комплексы моллюсковой фауны, а также крупных и мелких фораминифер, не переносящих сколько-нибудь серьезных отклонений солености от нормальной в сторону засоления или опреснения.

Систематический состав нуммулитов (за малым исключением эндемиков) и их распространение в пространстве и во времени указывают, что Малокавказская провинция была связана со Средиземноморской биогеографической областью (последняя являлась частью Карибско-Гималайского биогеографического пояса). Связь, по всей вероятности, осуществлялась через полеоморя, развитые южнее Добруджи и заливавшие современные Балканы, Турцию, Иран.

Академия наук Грузинской ССР
Геологический институт
им. А. И. Джанелидзе

(Поступило 6.10.1988)

გეოლოგია

ნ. სალუქვაძე

კავკასიის პალეოცენურ-ეოცენური დროის ბიოფაციესური დარაიონების საკითხისათვის

რ ე ზ ი უ მ ე

კავკასიის და მიმდებარე რეგიონების ტერიტორიებზე პალეოცენურ-ეოცენურ დროში გაირჩევა ყირიმი-კავკასიონის და მცირე კავკასიონის ბიოგეოგრაფიული ერთეულები.

GEOLOGY

N. Sh. SALUKVADZE

ON THE BIOFACIES ZONATION OF THE CAUCASUS DURING THE PALEOCENE-EOCENE

S u m m a r y

In the Paleocene-Eocene two biogeographic units are distinguished in the territory of the Caucasus and the adjacent regions—the Crimean-Gr. Caucasian and Lesser Caucasian biofacies provinces.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. И. Немков. Изв. вузов, № 7, 1970.
2. Н. И. Мревлишвили. Нуммулиты Грузии и их стратиграфическое значение. Тбилиси, 1978.
3. Г. С. Гонгадзе. Позднемеловые эхиноидеи Грузии и их стратиграфическое значение. Тбилиси, 1979.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲘ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 558.321 (379.223)

ПЕТРОЛОГИЯ

А. В. ОКРОСЦВАРИДЗЕ

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ НЕКОТОРЫХ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПАЛЕОЗОЙСКИХ ГРАНИТОИДАХ И МАГМАТИТАХ АБХАЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 26.6.1988)

Изучением закономерностей распределения редких элементов в палеозойских гранитоидах и мигматитах, развитых на территории Абхазии, еще никто не занимался, в то время как известно, что геохимические особенности магматических пород зависят от геодинамической обстановки генерации магмы [1—3]. Следовательно, в результате геохимического изучения магматических пород, кроме практических результатов, могут быть получены достоверные генетические критерии для их расчленения.

Нам из разных генетических видов палеозойских гранитоидов и мигматитов Абхазии [4] удалось определить в 95 образцах содержание Pb, Zn, Cu, Mo, Co, V, Cr и Ni (таблица).

Средний состав редких элементов (г/т) в палеозойских гранитоидах и мигматитах Абхазии

Кол-во образцов	Pb	Zn	Cu	Mo	Co	V	Cr	Ni
Мигматиты макерской серии								
15	33	77	27	2	14	176	491	131
Двуслюдяные плагиограниты и плагиогнейсы макерской серии								
12	34	44	15	2	9	80	675	13
Двуслюдяные граниты макерской серии								
15	30	26	20	1	8	39	671	2
Порфиробластовые граниты макерской серии								
13	41	14	17	2	7	39	630	14
Лейкократовые гранитоиды макерской серии								
10	36	34	не опр.	2	6	6	461	6
Кварцевые диориты-гранодиориты буульгенской серии								
16	27	88	18	2	16	250	510	37
Плагиогранитгнейсы кристаллических выступов Бешта-Каменистая								
14	7	70	53	14	17	90	575	42

Анализы на Pb, Zn, Mo, Ni, Co, V и Cr выполнены в лаборатории отдела геохимии ГИН АН ГССР методом количественного спектрального анализа. Аналитики — З. Н. Абашидзе, Е. А. Чхаидзе, Н. Д. Гварамадзе.

Анализы на Cu выполнены в лаборатории физико-химических методов анализа горных пород ГИН АН ГССР методом пламенной атомно-абсорбционной спектрофотометрии. Аналитик — М. Ш. Мачавариани.

Анализируя данные о распределении и поведении свинца (рис. 1) в изученных породах, приходим к выводу, что мигматиты и гранитоиды макерской серии имеют положительную свинцовую специализацию (в 1,5—2 раза больше кларковой[1]). На это указывает и низкое значение отношений K/Pb. Этот коэффициент для названных гранитоидов в среднем 550, а для аналогичных образований Локского и Храмского выступов Закавказского срединного массива соответственно 1850 и 1550 [6]. Содержание свинца резко понижено в плагиогранитогнейсах кристаллических выступов Бешта-Каменистая, где оно в 3 раза ниже кларкового. В отличие от свинца, в изучаемых породах отмечается близкларковое содержание цинка (рис. 1).

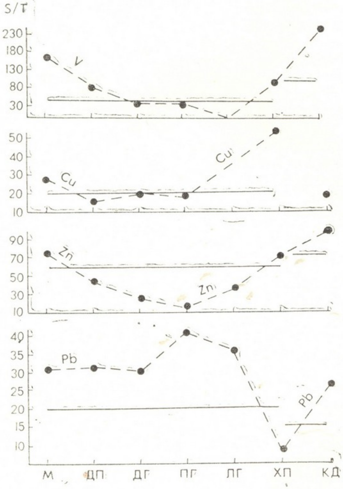


Рис. 1. Вариационная диаграмма среднего состава для палеозойских гранитоидов и мигматитов Абхазии. Линией отмечены кларки. М — мигматиты, ДП — двуслюдяные плагиограниты и плагиогнейсы; ДГ — двуслюдяные граниты, ЛГ — лейкократовые гранитоиды, ПГ — порфиробластовые граниты; ХП — плагиогранитгнейсы, КД — кварцевые диорит-гранодиориты

В гранит-мигматитовом комплексе макерской серии наблюдается тенденция уменьшения содержания этого элемента в генетическом ряду: мигматиты→двуслюдяные плагиограниты→двуслюдяные граниты→порфиробластовые граниты. Содержание меди в гранит-мигматитовом комплексе отмеченной серии и кварцевых диоритах-гранодиоритах буульгенской серии близкларковое (рис. 1), а в плагиогранитогнейсах кристаллических выступов Бешта-Каменистая в 2,5 раза больше (53 г/т), чем кларковое, что резко отличает их от остальных генетических типов изучаемых гранитоидов. Подобная картина распределения наблюдается и в случае молибдена (рис. 2). Содержание этого элемента в плагиогранитгнейсах в 14 раз больше кларкового, а в остальных генетических типах содержание Mo близкларковое.

Причину такого резкого различия в содержании Mo и Cu следует искать в генезисе этих гранитоидов. По Т. В. Иваницкому [6],

---

[1] Кларки даны по А. П. Виноградову [5].

обогащение Cu обнаруживают доскладчатые гранитоиды, а по В. Питчеру [2] в гранитоидах J типа наблюдается концентрация Mo и Cu.

В изучаемых породах особый интерес вызывает распределение хрома (рис. 2). Его содержание в этих породах варьирует от 460 до 675 г/т, а кларковый показатель — 83 г/т. Следует отметить, что в процессе эволюции двуслюдяного гранитоидного магматизма уменьшается содержание Cr. В целом палеозойские гранитоиды и мигматиты Абхазии имеют явную хромовую специализацию и в этом отношении заслуживают особого внимания.

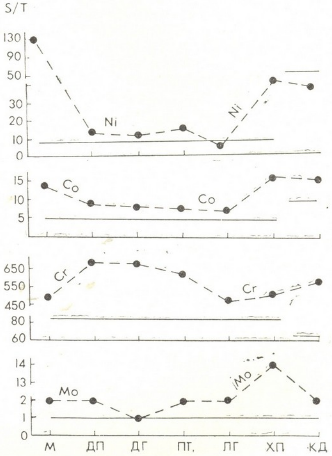


Рис. 2. Вариационная диаграмма среднего состава для палеозойских гранитоидов и мигматитов Абхазии. Условные обозначения см. на рис. 1

Содержание кобальта в мигматитах и гранитоидах макерской серии выше кларкового (рис. 2). В плагиогранитгнейсах и кварцевых диоритах-гранодиоритах эта разница резко увеличивается (соответственно до 17 и 16 г/т). В распределении ванадия устанавливается его прямая зависимость от содержания темноцветных минералов, понижение которых вызывает уменьшение содержания ванадия, а в лейкократовых гранитоидах она вообще отсутствует (рис. 1). Вышекларковое содержание ванадия отмечается в кварцевых диоритах-гранодиоритах, что резко отличает эти гранитоиды от остальных генетических видов. Содержание никеля в большинстве генетических видов близкларковое (рис. 2), и только в мигматитах и плагиогранитгнейсах фиксируется его повышение.

Анализом вышеприведенных данных о палеозойских гранитоидах и мигматитах Абхазии выясняется, что в распределении редких элементов имеется определенная группировка по генетическим типам, что хорошо согласуется с геологическими, петрологическими и петрохимическими данными. В мигматитах и генетически связанных с ними гранитоидах макерской серии обнаруживается вышекларковое содержание Pb. Резко повышенное содержание Mo, Cu и Ni фиксируется в плагиогранитгнейсах кристаллических выступов Бешта-Каменистая. Кварцевые диориты-гранодиориты буульгенской серии характеризуются явно выраженным вышекларковым содержанием ванадия. В целом в изучаемых породах особый интерес представляет концентрация хрома, которая в 5—7 раз больше кларковой. По этим данным, рассматриваемый район следует считать положительной хромовой провинцией.

Установлено, что отмеченные генетические типы гранитоидов формируются в разных геодинамических обстановках. Плагиогранитгнейсы кристаллических выступов Бешта-Каменистая отвечают гранитоидам толеитового ряда и формировались в раннегеосинклинальную стадию эволюции геосинклинального магматизма. Гранитоиды буульгенской серии образуются в позднегеосинклинальную стадию и, очевидно, являются результатом сложного взаимодействия мантийного и корового материала; что касается гранитоидов и мигматитов макерской серии, то они, вероятно, связаны с региональным метаморфизмом и анатексисом верхнекоркового материала, образовавшегося в позднегеосинклинальную стадию эволюции магматизма [7].

Таким образом, генетические виды палеозойских гранитоидов и мигматитов Абхазии выявляют различную специализацию по сдержанию редких элементов, что укрепляет важными критериями отмеченную тектонно-формационную модель образования палеозойских гранитоидов и мигматитов Абхазии.

Академия наук Грузинской ССР
Геологический институт
им. А. И. Джанелидзе

(Поступило 30.6.1988)

პეტროლოგია

ა. ოქროსცვარიძე

ზოგიერთი იშვიათი ელემენტის განაწილების შესახებ აფხაზეთის პალეოზოურ გრანიტოიდებში და მიგმატიტებში

რეზიუმე

აფხაზეთის პალეოზოურ გრანიტოიდებში და მიგმატიტებში განსაზღვრულია Pb, Zn, Cu, Mo, Co, V, Cr და Ni შემცველობა.

დადგენილია ,რომ მათ განაწილებაში აღინიშნება გარკვეული დაჯგუფებანი სხვადასხვა გრანიტული ტიპების მიხედვით, რაც გამოწვეული უნდა იყოს უკანასკნელთა ფორმირების თავისებურებებით.

PETROLOGY

A. V. OKROSTSVARIDZE

ON DISTRIBUTION OF SOME RARE ELEMENTS IN PALEOZOIC GRANITOIDS AND MIGMATITES OF ABKHAZIA

Summary

The contents of Pb, Zn, Cu, Mo, Co, V, Cr and Ni have been defined in the Paleozoic granitoids and migmatites of Abkhazia. It is established that certain groups can be observed in their distribution according to different granite types, which must be resultant from the peculiarities of their formation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. М. Заридзе. Эндогенные формации орогенных областей. М., 1970.
2. Л. В. Таусон. Геохимические типы и потенциальная рудоносность гранитоидов. М., 1977.
3. М. И. Кузьмин. Геохимия магматических пород фанерозойских подвижных поясов. Новосибирск, 1985.
4. А. В. Окросцваридзе. Сообщения АН ГССР, 124, № 1, 1986.
5. А. П. Виноградов. Геохимия, № 4, 1962.
6. Т. В. Иваницкий. В кн.: «Критерии отличия метаморфогенных и магматических гидротермальных месторождений». Новосибирск, 1985.
7. А. В. Окросцваридзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1987.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 558 321 (379 223)

ПЕТРОЛОГИЯ

Д. М. ШЕНГЕЛИА, Г. Л. ЧИЧИНАДЗЕ, А. В. ОКРОСЦВАРИДЗЕ

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПЛАГИОГРАНИТОГНЕЙСАХ БЕШТЫ И ГОРЫ КАМЕНИСТОЙ (ГОРНАЯ АБХАЗИЯ)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 30.5.1988)

Домезозойские тектонические выступы плагиогранитогнейсов Бешты (верховья одноименной реки) и горы Каменистой (верховья р. Лашипсе) обнажаются в Западной Абхазии на Южном склоне Большого Кавказа. Первые наблюдаются среди нижнеюрских отложений. Выходы горы Каменистой обнаруживают тектонический контакт с нижнеюрскими отложениями или палеозойскими метаморфитами лаштракской, аджарской и дамхурцевской свит.

Район выходов плагиогранитогнейсов Бешты и горы Каменистой, как и все выходы метаморфитов западной части зоны Главного хребта Большого Кавказа (истоки рек Белая, Цахвоа, Дамхурц, Лашипсе и Лаштрак), характеризуется сложным геологическим строением. Г. И. Баранов [1] допустил аллохтонность лаштракской и аджарской свит, что подтвердилось последующими исследованиями [2, 3]. Лаштракская и аджарская свиты по набору пород (порфироиды, кварциты, мраморы с фауной криноидей) и характеру метаморфизма (кианит- и ставролитовые сланцы) резко отличаются от других метаморфитов Главного хребта Большого Кавказа. Аналоги лаштракской свиты предполагаются на Передовом хребте Большого Кавказа в выходах Ацгаринского тектонического покрова [4]. Помимо плагиогранитогнейсов Бешты и горы Каменистой, с метаморфитами лаштракской и аджарской свит ассоциируют роговообманковые гнейсы, амфиболиты, а также серпентинизированные ультрабазиты. Как известно, метаморфиты и гранитоиды зоны Главного хребта Большого Кавказа отнесены к островодужным формациям, а парный пояс регионального метаморфизма высоких давлений, отвечающий зонам глубоководных желобов, в этом регионе не устанавливается. Однако некоторые исследователи полагают, что парагенезисы лаштракской и аджарской свит характерны для метаморфических комплексов не только умеренных, но и повышенных давлений [5—7]. Метаморфиты этих свит, в основном первично миопелагические и хемогенные осадки, видимо, сформировались в глубоководных океаничекях условиях. Авторы полагают, что в результате судетской фазы сжатия в погружающейся литосферной плите сформировалась узкая полоса метаморфических пород повышенных давлений, впоследствии испытавших мощное воздействие наложенного, относительно высокотемпературного метоморфизма умеренного и низкого давлений. В современном срезе тектонические чешуи лаштракской и аджарской свит непосредственно соприкасаются с метаморфическим поясом низких давлений.

Массивы Бешты и горы Каменистой главным образом сложены плагиогранитогнейсами, подчиненную роль играют связанные с последними постепенными переходами и не образующие самостоятельных тел диоритогнейсы и габбро-диоритогнейсы. Все эти разновидности пород интенсивно хлоритизированы, эпидотизированы и катаклазированы. Гнейсовидность обусловлена чередованием кварц-полевошпато-

Средние химические анализы (масс.%), АФМ и КФ коэффициенты по кислотным группам А, Б, В и Г [8] палеозойских плагиогранитогнейсов Бешты и горы Каменистой

Груп-пы	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	К	Ф	A	F	M
А	58,23	0,37	16,24	2,41	5,20	0,18	3,64	5,10	2,90	0,50	9,4	54,8	15,5	55,5	28,9
Б	64,60	0,30	15,26	2,23	3,19	0,12	2,19	5,27	2,82	0,59	10,8	57,5	37,0	47,8	20,7
В	71,03	0,23	13,68	0,89	2,55	0,06	1,08	2,96	3,60	1,04	17,3	67,7	48,0	38,8	13,2
Г	77,80	0,11	11,82	0,08	1,18	0,03	0,11	0,85	5,03	0,90	15,6	85,4	72,0	25,9	0,2

вых полос с хлорит-эпидоговыми. Минеральный состав — плагиоклаз, кварц, хлорит, минералы группы эпидота; роговая обманка, актинолит и гранат наблюдаются редко; характерные акцессорные породы — сфен и рудный минерал. Калиевые минералы — калишпат и слюды, как правило, отсутствуют.

С помощью микрозонда исследованы породообразующие минералы плагиогранитогнейсов. В гранитоидах горы Каменистой установлен

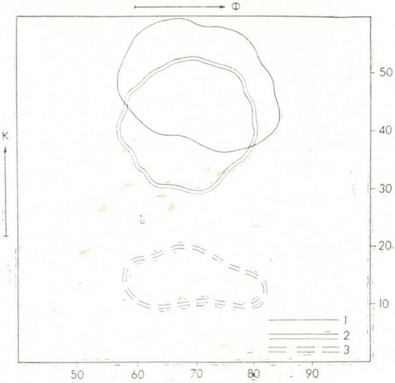


Рис. 1. Диаграмма КФ для герцинских гранитоидов Главного хребта большого Кавказа

$$\left(К = \frac{K_2O}{K_2O + Na_2O}\ 100\ \%;\right.$$

$$\left.Ф = \frac{Fe^{2+} + Fe^{3+} + Mn}{Fe^{2+} + Fe^{3+} + Mn + Mg}\ 100\%\right).$$

1, 2 и 3 те же, что на рис. 1

минеральный парагенезис Гр$_{68-78}$ + Хл$_{30-33}$ + Пл$_{37}$ + Эп + Ка + Кв. Гранат обнаруживает ясно выраженную регрессивную зональность — от ядра кристалла граната к краю падает содержание MgO (от 7,23 до 4,23 масс.%) и возрастают значение железистости (от 68 до 78%) и содержание MnO (от 4,42 до 8,84 масс.%). В плагиогранитогнейсе массива Бешты в парагенезисе Гр$_{69-77}$ + Хл$_{36-49}$ + Акт$_{43}$ + Пл$_{19}$ ± Рог$_{53}$ +

Эп+Кв зональность граната имеет прогрессивный характер — от центра порфиробласта граната к периферийной части падают содержание MnO (от 5,68 до 2,73 масс.%) и значение железистости (от 77 до 69%) и возрастает содержание MgO (от 4,48 до 7,12 масс.%). Минеральные парагенезисы плагиогранитогнейсов горы Каменистой и массива Бешты по аналогии с аджарской и лаштракской свитами свидетельствуют, что они метаморфизованы в условиях ставролитовой фации кианитового барического типа.

Средние химические анализы плагиогранитогнейсов Бешты и горы Каменистой по кислотным группам А, Б, В и Г [8] показывают, что эти породы характеризуются высоким содержанием SiO_2, низким — K_2O и резким преобладанием Na_2O над K_2O (таблица), а на диаграмме КФ (рис. 1) наглядно видно, что они по этому показателю также резко отличаются от других серий гранитоидов Главного хребта Большого Кавказа. Среди герцинских гранитоидов зоны Главного хребта Большого Кавказа четко выделяются две серии гранитоидов [9]. Первая — двуслюдяные плагиограниты и плагиогнейсы→двуслюдяные граниты→порфиробластовые граниты→аляскиты и пегматоиды — фиксируется среди метаморфитов макерской серии; вторая — диориты→кварцевые диориты→гранодиориты→адамеллиты при

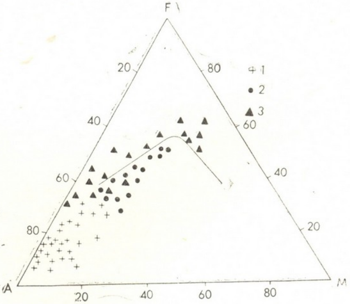


Рис. 2. Диаграмма AFM для герцинских гранитоидов зоны Главного хребта Большого Кавказа ($A = Na_2O + K_2O$; $F = FeO + 0{,}9\ Fe_2O_3$; $M = MgO$ в масс.%). Линией разделены толейтовая (сверху) и известково-щелочная (внизу) серии [10]. Серии гранитоидов: 1 — двуслюдяные плагиограниты и плагиогнейсы → двуслюдяные граниты → порфиробластовые граниты → аляскиты и пегматоиды; 2 — диориты → кварцевые диориты → гранодиориты адамеллиты; 3 — плагиогранитогнейсы Бешта и горы Каменистой

урочена к метаморфитам буульгенской серии. Диаграмма AFM (рис. 2) показывает также, что, в отличие от последних, фигуративные точки этих пород падают в поле толеитовой серии магм. Таким образом, плагиогранитогнейсы Бешты и горы Каменистой генетически близко стоят к плагиогранитам толеитового ряда, которые встречаются в верхней части офиолитового комплекса и образуются путем частичного плавления океанической коры, являясь конечным продуктом дифференциации субщелочной базальтовой магмы.

Таким образом, плагиогранитогнейсы Бешты и горы Каменистой по минеральному составу и петрохимическим параметрам явно отличаются от герцинских гранитоидов Главного хребта Большого Кавказа и соответствуют плагиогранитам толеитового ряда. Как известно, плагиограниты толеитового ряда приурочены лишь к офиолитовому комплексу. Авторы предполагают, что в районе исследования обнажаются фрагменты океанической коры — имеется неполный, разобщенный разрез метаофиолитовой ассоциации: серпентинизированные ультрамафиты, роговообманковые гнейсы и амфиболиты, плагиогранитодиоритгнейсы и габбро-диоритгнейсы и метаморфизованные глубоководные океанические осадочные образования.

Академия наук Грузинской ССР
Геологический институт
им. А. И. Джанелидзе

Грузинский политехнический
институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 3.6.1988)

პეტროლოგია

დ. შენგელია, გ. ჭიჭინაძე, ა. ოქროსცვარიძე

ახალი მონაცემები ბეშთისა და კამენისტაიას (მთიანი აფხაზეთი) გრანიტოიდების შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილი გრანიტოიდები წარმოდგენილია კიანიტიპური ტიპის სტავროლითური ფაციესის პირობებში მეტამორფიზებული პლაგოგრანიტგნეისებით. დადგენილია, რომ ისინი მინერალური შედგენილობით და პეტროქიმიური პარამეტრებით მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან კავკასიონის ჰერცინული გრანიტოიდებისაგან და შეესაბამებიან ტოლეიტური რიგის პლაგიოგრანიტებს.

PETROLOGY

D. M. SHENGELIA, G. L. CHICHINADZE, A. V. OKROSTSVARIDZE

NEW DATA ON PLAGIOGRANITE GNEISSES OF THE BESHTA AND MOUNT KAMENISTAYA (UPPER ABKHAZIA)

Summary

It is shown that granitoids of the Beshta and mount Kamenistaya are represented by plagiogranite gneisses metamorphized under conditions of the cyanite type staurolite facies. It is stated that they differ in their mineralogical composition and petrological parameters from the Hercynian Caucasian granitoids and correspond to tholeitic plagiogranites.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. И. Баранов, С. М. Кропачев. В кн.: «Геология Большого Кавказа». М., 1976.
2. Д. М. Шенгелиа. Тез. докл. XXIII респ. НТК ГПИ им. В. И. Ленина, 1981.
3. Ш. А. Адамия. В кн.: «Тектоника и металлогения Кавказа». Тбилиси, 1984.
4. Д. М. Шенгелиа, Г. Л. Чичинадзе и др. Изв. АН СССР, сер. эвол., № 5, 1986.
5. G. M. Zaridze and D. M. Schengelia. Acta Geologica Academiae Scientiarum Hungaricae. T. 21 (1—3), 1977.
6. Т. Г. Чхотуа. Сообщения АН ГССР, 87, № 1, 1977.
7. Д. М. Шенгелиа, Д. Н. Кецховели. Труды ГИН АН ГССР, вып. 78, 1982.
8. Д. А. Великославинский, Н. А. Елисеев, К. О. Крату. Вариационный анализ эволюции магматических систем. Л., 1984.
9. А. В. Окросцваридзе. Сообщения АН ГССР, 124, № 1, 1986.
10. T. N. Yrvine, W. H. Borger. Canad. J. Earth Sci., v. 8, 1971.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 537.312.62

МЕТАЛЛУРГИЯ

Д. Ш. ЦАГАРЕЙШВИЛИ, Д. Г. ТАТИШВИЛИ, Г. Г. ГВЕЛЕСИАНИ (академик АН ГССР), И. Б. БАРАТАШВИЛИ, Г. В. ЦАГАРЕЙШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР), Т. Д. АБАШИДЗЕ, К. Р. ДЖАОШВИЛИ

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ В СИСТЕМЕ Y-Ba-Cu-F-O

Высокотемпературная сверхпроводимость в системе Y-Ba-Cu-F-O впервые исследована в работе [1]. Установлено, что в интервале 77—300 К температурная зависимость электрического сопротивления R(T) образца с химическим содержанием $YBa_2Cu_3F_xO_y$ при $x=1$ аналогична кривой R(T), характерной для фазы $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$. В образцах с $x=3$ и $x=4$ высокотемпературная сверхпроводимость не обнаружена. Однако при стехиометрии с $x=2$ электрическое сопротивление образца резко падает с температурой и вблизи $T=155$ К он переходит в сверхпроводящее состояние. В работах [2, 3] также изучено влияние частичного замещения кислорода фтором в соединении $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ на величину его критической температуры T_c; в частности, показано, что с увеличением содержания фтора T_c образца уменьшается от 95 до 91--89 К. Авторы работы [4] указывают, что высокотемпературные керамические сверхпроводники состава $YBa_2Cu_3F_xO_y$ являются нестабильными, невоспроизводимыми и характеризуются отсутствием объемной сверхпроводимости.

В настоящей работе высокотемпературную сверхпроводимость в системе Y-Ba-Cu-F-O изучали путем частичной замены количества кислорода фтором в образце состава $Y_2Ba_5Cu_7O_y$, критическая температура которого по результатам проведенных исследований равна 95 К. В частности, был синтезирован керамический образец состава $Y_2Ba_5Cu_7F_4O_y$.

Образец был приготовлен с использованием стандартной керамической технологии. Исходные порошки Y_2O_3, BaO, CuO и BaF_2, взятые в молярном соотношении 1:3:7:2, тщательно перемешивали в агатовой ступке и брикетировали. Полученные таблетки диаметром 18 мм и толщиной 2 мм помещали в корундовые тигли. Прокаливание шихты проводили на воздухе в шахтной электропечи при 900°С в течение 30 ч. Полученную керамику далее тщательно измельчали, вновь перемешивали и брикетировали. Таблетки прокаливали на воздухе при 1000°С в течение 25 ч и охлаждали медленно вместе с печью. После остывания были получены плотные образцы, характеризующиеся высокой твердостью.

Наличие сверхпроводящего перехода в полученном нами образце определяли двумя способами: по измерению температурной зависимости его электрического сопротивления и высокочастотной магнитной восприимчивости $\chi(T)$. Электрическое сопротивление измеряли четырехконтактным методом с помощью потенциометрической схемы постоянного тока. Измерительный ток не превышал 1 мА. Измерение магнитной восприимчивости проводили бесконтактным индуктивным методом [5] по изменению самоиндукции исследуемого образца в зависимости от температуры. Измерения были выполнены в области температур 77—300 K, как при понижении, так и при повышении температуры. При этом зависимости R(T) и χ(T) стабильно воспроизводились.

На рисунке представлены кривые температурной зависимости относительного электрического сопротивления образца (кривая 1) и его высокочастотной магнитной восприимчивости (кривая 2).

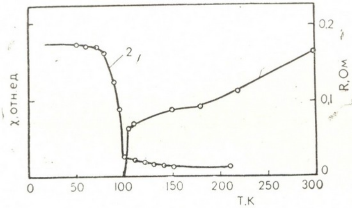


Рис. 1. Зависимость электрического сопротивления (кривая 1) и магнитной восприимчивости (кривая 2) сверхпроводника $Y_2Ba_5Cu_7F_4O_y$ от температуры

Из рисунка видно, что у исследуемого нами образца сверхпроводящий переход начинается вблизи 105 K и полностью заканчивается при 101 K. Кроме более резкого сверхпроводящего перехода, образец характеризуется также явно выраженным металлическим характером зависимости R(T). Наряду с этим, на отдельных участках его кривой R(T) наблюдаются различные значения dR/dT. Заметим, что, согласно данным работы [1], аналогичные аномалии имеют место также на кривой R(T) фторсодержащего высокотемпературного сверхпроводника состава $YBa_2Cu_3F_2O_y$.

Из приведенной на рисунке зависимости χ(T) следует, что начало диамагнитного отклика примерно совпадает с началом резистивного перехода. Однако, в отличие от последнего, сверхпроводящий диамагнитный переход намного растянут и ширина его составляет более 20 K, что свидетельствует о наличии в образце разных сверхпроводящих фаз с различными критическими температурами.

Академия наук Грузинской ССР
Институт металлургии
им. 50-летия СССР

(Поступило 24.11.1988)

მეტალურგია

დ. ცაგარეიშვილი, დ. ტატიშვილი, გ. გველესიანი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ი. ბარათაშვილი, გ. ცაგარეიშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), თ. აბაშიძე, ქ. ჯაოშვილი

მაღალტემპერატურული ზეგამტარობა Y-Ba-Cu-F-O სისტემაში

რეზიუმე

კერამიკული ტექნოლოგიით სინთეზირებულია მაღალტემპერატურული ზეგამტარი $Y_2Ba_5Cu_7F_4O_7$, რომლის კრიტიკული ტემპერატურაა 101K.

METALLURGY

D. Sh. TSAGAREISHVILI, D. G. TATISHVILI, G. G. GVELESIANI,
I. B. BARATASHVILI, G. V. TSAGAREISHVILI, T. D. ABASHIDZE
K. R. JAOSHVILI

HIGH-TEMPERATURE SUPERCONDUCTIVITY IN THE SYSTEM Y-Ba-Cu-F-O

Summary

High-temperature superconductor $Y_2Ba_5Cu_7F_4O_y$ with the critical temperature 101 K has been synthesized using the ceramic technology.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. S. R. Ovshinsky *et al*. Phys. Rev. Letters, v. 58, № 24, 1987, p. 2579—2581.
2. C. Perrin *et al*. International conference on high-temperature superconductors and materials and mechanisms of superconductivity, February 29-March 4, 1988, Switzerland, Papers Abstracts B 271.
3. R. Herrmann *et al*. International conference on high-temperature superconductors and materials and mechanisms of superconductivity. February 29-March 4, 1988, Switzerland, Papers Abstracts B 273.
4. Z. Z. Sheng, A. M. Hermann. Letters to Nature, v. 332, № 3, 1988, p. 138—139.
5. В. И. Чечерников. Магнитные измерения. М., 1969.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 537.312.62

МЕТАЛЛУРГИЯ

Г. Г. ГВЕЛЕСИАНИ (академик АН ГССР), Г. Б. ЦАГАРЕЙШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР), А. Т. АВАЛИАНИ, И. Б. БАРАТАШВИЛИ, Д. Ш. ЦАГАРЕЙШВИЛИ, Т. Д. АБАШИДЗЕ, Д. Г. ТАТИШВИЛИ, В. Ш. МЕТРЕВЕЛИ, К. З. УКЛЕБА

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВЕРХПРОВОДНИКОВ СИСТЕМЫ Y-Ba-Cu-O КОЛЛОИДНЫМ МЕТОДОМ

В настоящее время высокотемпературные сверхпроводники (ВТСП) системы Y-Ba-Cu-O в основном получают с использованием стандартной керамической технологии. Для изготовления указанным способом совершенных образцов ВТСП операции перемешивания шихты, брикетирования и прокалки следует повторять многократно. Данное обстоятельство обусловливает загрязнение исходной смеси, что может иметь исключительно важное значение при промышленном производстве высокотемпературных керамических сверхпроводников.

Исходя из вышесказанного, при приготовлении шихты для синтеза ВТСП предпочтение следует отдать технологии, исключающей указанные операции. Таковой следует считать коллоидный метод — осаждение исходной шихты из раствора.

В [1] указывается, что высокотемпературные керамические сверхпроводники системы Y-Ba-Cu-O можно синтезировать с применением шихты, полученной выпариванием раствора, содержащего Y_2O_3, нитраты бария и меди.

В работе [2] предложена новая технология синтеза ВТСП системы Y-Ba-Cu-O с использованием шихты, состоящей из стехиометрической смеси порошков Y_2O_3, BaO и CuO, полученных разложением смеси осажденных из раствора гидроксидов иттрия, бария и меди. Однако следует отметить, что синтезированный по этой технологии образец ВТСП не является высококачественным: в интервале 300—95 K его электрическое сопротивление (R) возрастает с уменьшением температуры, а сверхпроводимость проявляется вблизи 95 K и R приближается к нулю при 75 K. Наряду с этим, применение этой технологии требует использования дорогостоящих осадителей (гидроксида тетраметиламмония или гипобромита тетраметиламмония).

В работах [2, 3] указывается, что ВТСП системы Y-Ba-Cu-O можно получить также прокаливанием смеси оксалатов иттрия, бария и меди, осажденных из раствора, однако подробное описание соответствующей технологии отсутствует.

В настоящей работе описаны два способа синтеза ВТСП системы Y-Ba-Cu-O.

По первому способу смесь, состоящую из хлоридов иттрия, меди и бария (можно использовать и соответствующие оксиды с последующим их растворением в разбавленной соляной кислоте), взятых согласно стехиометрии фазы «1:2:3» ($YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$), растворяли в дистиллированной воде и при тщательном перемешивании добавляли раствор щавелевокислого калия, вследствие чего осаждали катионы металлов в виде оксалатов. Далее проводили доосаждение иттрия и меди в виде гидроксидов путем добавления раствора KOH. После перемешивания пульпы в течение 15—30 мин ее отстаивали, фильтровали и промывали водой. Осадок высушивали при 110—130°C. В результате получали зеленовато-коричневый мелкодисперсный порошок смеси оксалатов иттрия, бария, меди и гидроксидов иттрия и меди.

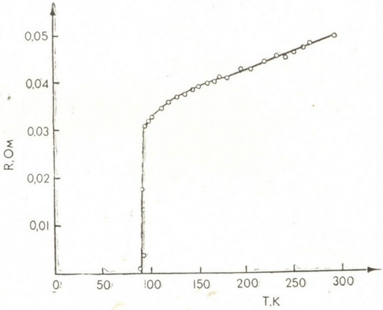


Рис. 1. Температурная зависимость электрического сопротивления сверхпроводника $YBa_2Cu_3O_{6,69}$ полученного коллоидным методом

По второму способу к раствору хлоридов добавляли при тщательном перемешивании раствор KOH, вследствие чего осаждали Y и Cu в виде гидроксидов, а затем раствор щавелевокислого калия для осаждения бария в виде оксалата. Далее пульпу обрабатывали с использованием методики, описанной в первом способе. В результате получали буроватого цвета мелкодисперсный порошок смеси, состоящей из Y_2O_3, CuO и оксалата бария.

Для синтеза высокотемпературного сверхпроводника исходные порошки, полученные вышеописанными способами, брикетировали, таблетки помещали в корундовые тигли, прокаливали на воздухе в шахтной электропечи при 950°C в течение 15 ч и медленно охлаждали вместе с печью со средней скоростью 100°/ч. При использовании первого способа получали рыхлый образец (№ 1) ВТСП черного цвета с большой пористостью, а в результате применения второго способа — сравнительно плотный образец (№ 2) также черного цвета.

На рисунке изображена кривая зависимости электрического сопротивления (R) образца № 2 от температуры (T) в интервале 77—300 K, полученная с использованием четырехконтактного метода и потенциометрической схемы постоянного тока. Измерительный ток не превышал 1 мА.

Приведенная кривая R(T) свидетельствует о высоком качестве синтезированного нами образца № 2 высокотемпературного сверхпроводника $YBa_2Cu_3O_{6,69}$ (количество кислорода в образце определяли иодометрическим методом); электрическое сопротивление образца № 2 с достаточно высокой скоростью уменьшается с температурой; отношение R_{300} к $R_н$ (начало перехода) равно приблизительно 2, 0; сверхпроводимость проявляется при 94 К, а состояние R=0 достигается при 92 К. Ширина сверхпроводящего перехода ΔT_c=2,0 К.

Академия наук Грузинской ССР
Институт металлургии
им. 50-летия СССР

(Поступило 24.11.1988)

მეტალურგია

გ. გველესიანი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), გ. ცაგარეიშვილი, (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ა. ავალიანი, ი. ბარათაშვილი, დ. ცაგარეიშვილი, თ. აბაშიძე, დ. ტატიშვილი, ვ. მეტრეველი, ქ. უკლება

Y-Ba-Cu-O სისტემის მაღალტემპერატურული ზეგამტარების დამზადება კოლოიდური მეთოდით

რეზიუმე

აღწერილია Y-Ba-Cu-O სისტემის მაღალტემპერატურული ზეგამტარების დამზადების კოლოიდური მეთოდი. საწყისი კაზმის სახით გამოყენებულია ფხვნილთა ნარევი, რომელიც შედგება ხსნარიდან დალექილი Y, Ba, Cu ოქსალატებისა და Y, Cu ჰიდროქსიდებისაგან ან Y, Cu ჟანგისა და Ba ოქსალატისაგან. ამ მეთოდით მიღებულია ზეგამტარი $YBa_2Cu_3O_{6,69}$, რომლის კრიტიკული ტემპერატურაა 92K.

METALLURGY

G. G. GVELESIANI, G. V. TSAGAREISHVILI, A. T. AVALIANI,
I. B. BARATASHVILI, D. Sh. TSAGAREISHVILI, T. D. ABASHIDZE,
D. G. TATISHVILI, V. Sh. METREVELI, K. Z. UKLEBA

PREPARATION OF HIGH-TEMPERATURE SUPERCONDUCTORS OF THE Y-Ba-Cu-O SYSTEM BY COLLOIDAL METHOD

Summary

The colloidal method of preparation of Y-Ba-Cu-O system high-temperature superconductors has been described. Powder mixture consisting of Y, Ba, Cu oxalates and Y, Cu hydroxides or Y, Cu oxides and Ba oxalates, precipitated from the solution has been used as a starting material. A superconductor $YBa_2Cu_3O_{6,69}$ with the critical temperature 92K has been obtained by this method.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Y. Syono *et al.* Jap. J. Appl. Phys. v. 26, № 4, 1987, L 498-L 501.
2. M. Fujiki *et al.* Jap. J. Appl. Phys., v. 26, № 7, 1987, L 1159-L 1160.
3. N. Z. Wang *et al.* International conference on high-temperature superconductors and materials and mechanisms of superconductivity, February 29—March 4, 1988, Switzerland, Papers Abstracts A 269.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 629.1

МАШИНОВЕДЕНИЕ

М. В. ХВИНГИЯ (академик АН ГССР), Т. В. ЖИЖБАЯ, А. Л. ГОГАВА

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПРУЖИН С УЧЕТОМ ДЕМПФИРОВАНИЯ

Пространственные колебания цилиндрических пружин приводят к появлению дополнительных напряжений в материале и, как следствие, к уменьшению надежности конструкций.

Система дифференциальных уравнений Кирхгоффа—Клебша описывает колебания пружины как тонкого упругого стержня двоякой кривизны [1, 2], точность и полнота описания которой значительно выше чем у других методов, в основу которых лежит теория эквивалентного бруса.

Рассматривается вращающаяся система координат x, y, z совпадающаяся по направлению с нормалью, бинормалью и касательной к винтовой оси пружины (рис. 1), которая включает в себя соотноше-

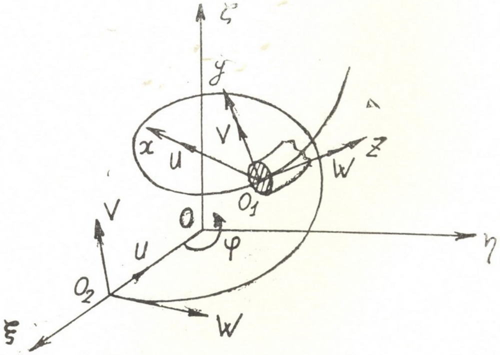


Рис. 1

ния между перемещениями U, V, W, углами α_y, β_y, γ_z и соответствующими кривизнами p, q, r.

Эти уравнения устанавливают связь между упругими и инерционными силами, но не учитывают демпфирования, которое оказывает значительное влияние на амплитуду колебний вблизи резонанса.

С учетом демпфирования, по гипотезе Е. С. Сорокина [3], линеаризованные уравнения движения пружины [2] имеют комплексный вид, при этом все перемещения U, V, W и углы поворотов α_x, β_y, γ_z являются комплексными величинами:

$$(1+i\mu_1)(V_x'+q_0V_z+qV_{z0}-(r_0V_y+rV_{y0}))=\rho\lambda^2FU,$$

$$(1+i\mu_2)(V_y'+r_0V_x+rV_{x0}-(p_0V_z+pV_{z0}))=\rho\lambda^2FV, \tag{1}$$

$$(1+i\mu_3)(V_z'+p_0V_y+pV_{y0}-(q_0V_x+qV_{x0}))=\rho\lambda^2FW,$$

$$(1+i\mu_4)(L_x'+q_0L_z+qL_{z0}-(r_0L_y+rL_{y0})-V_y)=\rho\lambda^2I_xA_x,$$

$$(1+i\mu_5)\,(L_y'+r_0L_x+r\cdot L_{x0}-(p_0L_x+pL_{z0})+V_x)=\rho\lambda^2I_yB_y$$

$$(1+i\cdot\mu_6)\,(L_z'+p_0\cdot L_y+p\cdot L_{y0}-(q_0L_x+q\cdot L_{x0}))=\rho\lambda^2I_p\cdot\Gamma_z$$

где $\mu_k(k=1\div 6)$ — коэффициенты внутреннего демпфирования в материале пружины по направлениям перемещений U, V, W и поворотов α_x, β_y, γ_z, (рис. 1): ρ, F, I_x, I_y—плотность материала, площадь и моменты инерции, относительно осей x, y, поперечного сечения. V_x, V_y, V_z; L_x, L_y, L_z— упругие силы и моменты в направлениях x, y, z, $i=\sqrt{-1}$.

Уравнения (1) можно привести к системе:

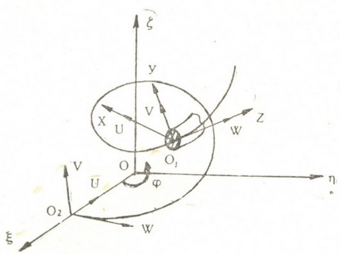


Рис. 2

$$-A_{11}W^{VI}+A_{12}W^{IV}+A_{13}W^{II}+A_{14}W+A_{15}V^{IV}+A_{16}V^{II}-$$

$$-A_{17}V-A_{18}\Gamma_z^{II}-A_{19}\Gamma_z=L_1;$$

$$-A_{21}W^{IV}+A_{22}W^{II}+A_{23}W-A_{24}V^{IV}+A_{25}V^{II}-A_{26}V+A_{27}\Gamma_z^{II}-A_{28}\Gamma_z=L_2;$$

$$A_{31}W^{II}+A_{32}W+A_{33}V^{II}-A_{34}V-A_{35}\Gamma_z^{II}-A_{36}\Gamma_z=L_3, \tag{2}$$

где L_1, L_2 и L_3 имеют аналогичный смысл, что и в работе [4] но каждая из координат, входящих в $L_{1,2,3}$ умножается на комплексный сомножитель вида:

$$a_k=\frac{1}{1+i\mu_k} \quad (k=1\div 6)$$

Например, $\gamma_z a_6$, va_2, wa_1 и т. д.

Систему (2) решаем относительно высших производных и решение представляем в виде суммы вещественной и мнимой частей.

При этом применяем следующие обозначения: действительная часть W обозначается через W_1, мнимая часть — W_{13}, действительная часть

$W'-W_2$, мнимая—W_{14}, действительная часть $V-W_7$ и т. д., располагая их по возрастанию индексов. Через $(\beta_{i,j}$ $(i=1\div6,\ j=1\div23)$ обозначаем коэффициенты при перемещениях.

Высшие производные в каждом из уравнений обозначаются: действительная часть $W^{VI}-Z_6$, мнимая часть—Z_{18}; действительная часть $V^{IV}-Z_{10}$, мнимая—Z_{22}, действительная часть $\Gamma_z^{II}-Z_{12}$, мнимая—Z_{24}.

К полученным уравнениям добавляем 18 уравнений:

$$Z_{k-1}=W_k,$$

при $k=1\div5,\ 7\div9,\ 11,\ 13,\ \div17,\ 19\div21,\ 23$, после чего приходим к нормальной системе 24-х линейных обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка

$$\{Z\}=[A]\{W\}, \tag{4}$$

где $\{W\}=\{W_1,\ W_2,\dots,\ W_{24}\}^T$ — вектор перемещений;

$\{Z\}=\{Z_1,\ Z_2,\dots,\ Z_{24}\}^T$ — вектор производных перемещений.

$[A]$ — матрица коэффициентов.

В случае линейных краевых условий решение задачи сводится к решению задачи Коши методом пристрелки и, для численной реализации которой, применяется метод прогноза и коррекции Хемминга четвертого порядка [1].

Для реализации метода задаемся функцией вынужденных колебаниц $A\cos\omega t$ по направлению V, например для жестко заделанных краевых условий, допускалась $V=A\cos\omega t$, $W=0$, $\Gamma_z=0$ $(A=\mathrm{const},\ A/H_0\leqslant10^{-6}\div10^{-7})$.

В качестве примера проводились вычисления для пружины со следующими параметрами: Свободная высота $H_0=66{,}3$ мм, диаметр проволоки $d=5$ мм, число рабочих витков 7, средний диаметр пружины $D=21$ мм, коэффициент внутреннего демпфирования $\mu_k=0{,}02$ $(k=1\div6)$.

В результате вычислений были получены резонансные частоты:

$$f_1=520,\quad f_2=530,\quad f_3=590,\quad f_4=658,\quad f_5=1088,$$

$$f_6=1136,\ f_7=1188,\ f_8=1258,\ f_9=1604,\ f_{10}=1738,$$

$f_{11}=1784$ (в герцах), которые хорошо совпадают с результатами решения по МКЭ.

Описанный метод вычислений с успехом применяется для определения амплитуд резонансных колебаний.

Академия наук Грузинской ССР
Институт механики машин

(Поступило 29.12.1988)

მანქანათმცოდნეობა

მ. ხვინგია (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), თ. ჟიჟგაია, ა. გოგავა

ცილინდრული ზამბარების რხევების რიცხვითი მოდელირება დემპფირების გათვალისწინებით

რეზიუმე

ორმაგი სიმრუდის ძელის რხევის განტოლებათა საფუძველზე (კირხჰოფი-კლებშის სისტემა) გამოკვლეულია ზამბარის კვეთის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა. განსაზღვრულია საკუთარი სიხშირეების სპექტრი.

M. V. KHVINGIA, T. V. ZHIZHBAIA, A. L. GOGAVA

NUMERICAL MODELLING OF COIL SPRING OSCILLATIONS WITH REGARD FOR DAMPING

Summary

On the basis of equations of motion of the thin double-curvature elastic rod (Kirkhgoff– Klebsh system) with regard for internal damping the strain-deformed state of the cross-section spring is investigated. The frequency spectrum of natural oscillations is defined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Д. Пономарев, В. Л. Бидерман и др. Расчеты на прочность в машиностроении, т. 3. М., 1959.
2. М. В. Хвингия. Вибрации пружин. М., 1969.
3. Е. С. Сорокин. К теории внутреннего трения при колебаниях упругих систем. М., 1960.
4. Пакет научных подпрограмм на языке Фортран, книга 2. Минск, 1982.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 621.91.02.079

МАШИНОВЕДЕНИЕ

Т. Н. ЛОЛАДЗЕ (академик АН ГССР), Г. Н. ТКЕМАЛАДЗЕ,
А. И. МИКАНАДЗЕ, О. В. КОЧИАШВИЛИ, Г. С. ТАБАТАДЗЕ

УСКОРЕННАЯ ДИАГНОСТИКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СМАЗЫВАЮЩЕ-ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ

Известен способ выбора эффективной стмазывающе-охлаждающей жидкости (СОЖ) для заданных инструментального и обрабатываемого материалов и условий обработки [1]. Эффективную СОЖ выбирают по графикам зависимости $T=f(v)$ для сравниваемых жидкостей, как обеспечивающую наибольшую стойкость инструмента T при заданных условиях. Недостатком этого способа является трудоемкость и большой расход обрабатываемого материала.

Указанный недостаток может быть устранен путем применения известного способа выбора рационального инструментального материала [2, 3].

Сущность использования этого способа по новому назначению состоит в определении интенсивности начального относительного износа предварительно отполированных контактных поверхностей инструмента Δ после кратковременного резания в среде сравниваемых СОЖ, с последующим построением кривых зависимостей $\Delta=f(v)$ и выявлением СОЖ, обеспечивающей наименьшее Δ для заданного режима обработки.

Относительный износ Δ представляется в виде отношения суммарной площади изъянов и повреждений на передней или задней поверхности инструмента S_u к площади контакга стружки с передней или обработанной поверхности с задней поверхностью инструмента S_k. Методика определения S_u и S_k приведена в [2, 3].

Рассмотрим конкретный пример. Допустим, необходимо установить эффективность применения эмульсии из канифольного мыла [4] в случае нарезания резьбы с крупным шагом ($S=3{,}175\cdot10^{-3}$ м) на заготовках из стали 36Г2С ($\sigma_b\approx750$ MNa).

На рис. 1 представлены кривые зависимости величины относительного износа от скорости резания $\Delta=f(v)$ для 5%-ных эмульсий канифольного мыла (кривая 2) и сравниваемой с ней стандартной эмульсии из эмульсола Э2 (кривая 1). Анализ этих кривых показывает, что для заданных условий интенсивность износа резьбового резца Т15К6 в среде канифольного мыла ниже, чем в случае стандартной эмульсии. Это позволяет сделать вывод об эффективности эмульсий канифольного мыла при нарезании резьбы на заготовках из стали, что подтверж-

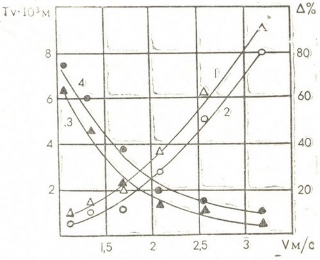


Рис. 1

дается также данными полных стойкостных опытов (кривые 3 и 4 зависимости $T \cdot v = f(v)$ на рис. 1) [5].

Предложенный способ выбора эффективной СОЖ по интенсивности начального относительного износа Δ позволяет существенно сократить по сравнению с «классическим» трудоемкость выбора СОЖ (в 3—4 раза) и расход обрабатываемого материала (до 50 раз).

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 23.12.1988)

მანქანათმცოდნეობა

თ. ლოლაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), გ. ტყემალაძე, ა. მიქანაძე,
ო. ქორიაშვილი, გ. ტაბატაძე

საპოხ-გამაცივებელი სითხის ეფექტურობის დაჩქარებული დიაგნოსტიკა

რეზიუმე

მოყვანილია საპოხ-გამაცივებელი სითხის (სგს) ეფექტურობის დადგენის დაჩქარებული მეთოდი, რომელიც დამყარებულია მჭრელი იარაღის მუშა ზედაპირების საწყისი ფარდობითი ცვეთის განსაზღვრაზე შესადარებელ სგმ-ის არეში ხანმოკლე ჭრის შემდეგ. განხილულია სგს-ის დიაგნოსტიკის კონკრეტული მაგალითი. ნაჩვენებია ეკონომიკური ეფექტი.

MACHINE BUILDING SCIENCE

T. N. LOLADZE, G. N. TKEMALADZE, A. I. MIKANADZE,
O. V. KOCHIASHVILI, G. S. TABATADZE

QUICK DIAGNOSIS OF THE EFFECTIVENESS OF THE LUBRICANT-COOLANT LIQUID

Summary

The paper describes a new method of quick diagnosis of the effectiveness of the lubricant-coolant liquid, based on determination of the primary relative wear of contact surfaces during short-time cutting in the medium of compared lubricant-coolant liquids. A specific example of the diagnosis of a lubricant-coolant liquid is considered. The economic effect of the method is shown.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Панкин, В. Н. Бурдов. Изготовление и применение новых смазывающе-охлаждающих жидкостей. М., 1964.
2. Т. Н. Лоладзе, А. И. Миканадзе, Г. Н. Ткемаладзе, О. В. Кочиашвили, А. с. № 1202715, СССР, заявл. 25.07.84, № 3776106, опубл. в Б. И. 1986, № 1, МКИ в 23 В.
3. Т. Н. Лоладзе, А. И. Миканадзе, Г. Н. Ткемаладзе, О. В. Кочиашвили. Сообщения АН ГССР, 124, № 2, 1986, 365—368.
4. Р. Н. Ошер. Производство и применение СОЖ (для обработки материалов резанием). М., 1963.
5. Г. Н. Ткемаладзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1972.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 669.018.25

МАШИНОВЕДЕНИЕ

К. М. АВАЛИАНИ

ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКОЕ РАССМОТРЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛА В ПЛАНЕ РЕЗЦА НА СИЛУ РЕЗАНИЯ

(Представлено академиком Т. Н. Лоладзе 29.12.1988)

Настоящее графоаналитическое рсcмотрение зависимости угла в плане φ на силу резания при точении ставит целью найти характер зависимости силы от угла в плане резца. Такая задача обычно в резании металлов решается только эмпирическим путем. В настоящей работе путем анализа степенной зависимости вида

$$\alpha = x^m y^n \qquad (1)$$

и предположением корреляционной зависимости между напряжениями, возникающими в теле резца и силой резания устанавливается закономерность изменений силы от угла в плане резца. Эта закономерность связана с изменением нпряжения в теле резца, которое, как известно, равно

$$\sigma = \frac{M_{u\max}}{W} \leqslant [\sigma]. \qquad (2)$$

Напряжение по (2) достигает минимума в том случае, когда принимает максимальное значение. Сам момент сопротивления сечения резца, который равен $BH^2/_6$, межет быть рассмотрен как степенная функция вида (1). Показателями степени этой функции могут быть положительные числа, как целые, так и дробные. Так как B и H являются сторонами прямоугольного тела резца, то переменные X и Y (т. е. B и H) могут быть связаны соотношением

$$x^2 + y^2 = d^2. \qquad (3)$$

Для определения экстремума функции достаточно приравнять ее производную к нулю и найти величины переменных. С этой целью подставим значение $x=\sqrt{d^2-y^2}$ в (2), обозначим $\xi=\alpha^2$ и найдем производную:

$$\xi' = [(d^2-y^2)^m]' y^{2n} + (d^2-y^2)^m \cdot (y^{2n})'. \qquad (4)$$

Приравняв (4) к нулю, после элементарных преобразований получим

$$nd^2 - ny^2 = my^2,$$

откуда

$$y = \frac{d\sqrt{n}}{\sqrt{m+n}}.$$

Исследование функции (1) показывает, что в критической точке она имеет максимум. Подставив это значение в (3), найдем

$$x = \frac{d\sqrt{m}}{\sqrt{m+n}}.$$

Принимая $d=\sqrt{m+n}$, получаем $y=\sqrt{n}$; $x=\sqrt{m}$.

В частном случае, когда степень при X равна единице, будем иметь $y=\sqrt{n}$; $x=1$.

Геометрическую сущность установленных зависимостей можно уяснить из рис. 1-а, б.

Если указанные величины сторон прямоугольников АВСД внесем в функции $\alpha = x^m y^n$ и $\beta = x' y^n$, получим их максимальное значение, при всех же других значениях этих сторон (при постоянном значении диаметра d) данные функции будут убывать.

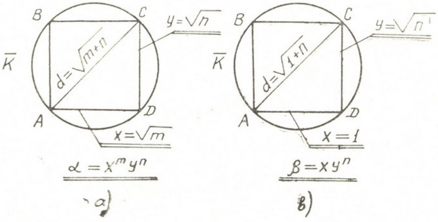


Рис. 1. Геометрическая сущность установленных (а, б) зависимостей

Известно, что напряжение σ в теле державки резца зависит от величины силы резания. Сила резания, в свою очередь, изменяется от угла в плане резца φ. Учитывая, что величина сечения среза $t \times Sab$, главным образом, влияет на силу, а также связана с углом в плане φ, то поэтому между сечением среза и сечением державки можно рассмотреть корреляционную связь. При этом угол между гипотенузой и катетом основания может быть принят за угол в плане φ. Это создает возможность графоаналитического рассмотрения влияния угла φ на напряжения, возникающие в теле резца.

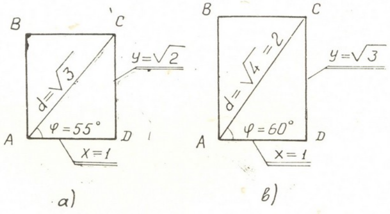


Рис. 2. Графоаналитическое рассмотрение влияния (а, б) угла φ на напряжения, возникающие в теле резца

В прямоугольниках с единичным основанием и высотами $h = \sqrt{2}$ и $h = \sqrt{3}$ углы между основанием и гипотенузой соответственно равны: $\varphi = 55°$ и $\varphi = 60°$, где $\operatorname{tg} 55° = \sqrt{2}$, а $\operatorname{tg} 60° = \sqrt{3}$ (рис. 2-а, б).

Таким образом, при угле в плане $\varphi = 60°$ мы имеем наименее напряженное тело державки резца и, по-видимому, рациональное значение силы резания. Характер изменения функции (1) в числовом виде проще всего представить с помощью изменения сторон указанного прямоугольника синусами и косинусами угла φ. Очевидно, что изменение α будет соответствовать изменению W, что при возрастании α будет понижать силу.

$\cos 58° = 0{,}530,$ $\sin 58° = 0{,}848;$
$\cos 59° = 0{,}515,$ $\sin 59° = 0{,}857;$
$\cos 60° = 0{,}500,$ $\sin 60° = 0{,}866;$
$\cos 61° = 0{,}484(8),$ $\sin 61° = 0{,}874(6).$

Так как функция имеет вид t^1S^3, то в тригонометрических функциях ее изменение, для отмеченных углов, будет происходить в следующем соответствии:

$$\cos 58° \times \sin^3 58° = 0{,}530 \times 0{,}609 = 0{,}322;$$
$$\cos 59° \times \sin^3 59° = 0{,}515 \times 0{,}630 = 0{,}324;$$
$$\cos 60° \times \sin^3 60° = 0{,}500 \times 0{,}650 = 0{,}325\text{—max};$$
$$\cos 61° \times \sin^3 61° = 0{,}484(8) \times 0{,}670 = 0{,}315.$$

Изменение значений степенных функций t^1s^1, t^1s^2, t^1s^3 при изменении угла φ от 0° до 90° показано в наглядной форме на рис. 3. Те же функции, как отмечалось ранее, для угла φ можно представить и в виде

$$\alpha = x^m y^n = x^{m/m} y^{n/m} = x^1 y^{n/m}.$$

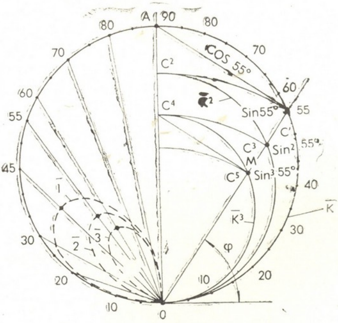


Рис. 3. Схема графического построения функции $z = xy^n$

Кривые построены по точкам, соответствующим значениям функции при изменении величины угла φ с интервалами в пять градусов:

кривая 1 — для функции t^1s^1 — $\sin\varphi\cos\varphi$;
кривая 2 — для функции t^1s^2 — $\sin^2\varphi\cos\varphi$;
кривая 3 — для функции t^1s^3 — $\sin^3\varphi\cos\varphi$.

С целью упрощения расчет произведен графически. Полученные результаты в наглядной форме дают характерную картину процессов убывания значений степенной функции от ее максимального значения до нуля.

Теперь кратко поясним графические построения.

На рис. 3 диаметр $|OA|$ окружности $\overline{K}$ равен единице. Поэтому пучок хорд с центром в точке O и концами на K изображает значения синусов соответствующих углов, а пучок хорд с центром в A и концами на $\overline{K}$ — значения косинусов тех же углов. Величины $\sin^2\varphi$; $\sin^3\varphi$ и т. д. определяются следующим образом, засекаем (см. правую часть рисунка) например, дугой $\bar{n}$ радиуса $|OC^1| = \sin 55°$ диаметр $|OA|$ в точке C^2 и на отрезке $|OC^2|$, как на диаметре, строим полуокружность $\overline{K}^2$. В результате пересечения $\overline{K}^2$ с $|OC^1|$ (в точке C^3) получим отрезок $|OC^3| = \sin^2\varphi$. Продолжая аналогичные построения, получим отрезок $|OC^5| = \sin^3\varphi$ и т. д.

Для графического нахождения произведения $|AC^1| \times |OC^3| = \cos 55° \times \times \sin^2 55°$, достаточно отметить от точки O отрезок $|AC|^3$ на прямой $|OA|$ и из точки C^4 провести прямую, параллельную $|AC^1|$ до пересечения с $|OC^1|$ в точке M. Тогда отрезок $|C^4M|$ будет равен величине $\cos 55° \times \times \sin^2 55°$.

Проведенный анализ подтверждается рядом исследований [1—4], которые также показывают, что минимальная сила резания возникает при $\varphi = 60°$.

Принятая методика исследований ставила цель найти взаимосвязь между степенными зависимостями и геометрическими характеристиками резца, рассматриваемого как стержень под действием силы резания.

Полученные данные использованы также для повышения эффективности обдирочного точения нагретого металла путем подбора рационального сочетания глубины резания и подачи.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 29.12.1988)

მანქანათმცოდნეობა

კ. ავალიანი

საჭრისის გეგმაში მთავარი კუთხის ჭრის ძალაზე გავლენის გრაფოანალიზური განხილვა

რეზიუმე

ლითონების ჭრით დამუშავების დროს ჭრის ძალის მინიმალური მნიშვნელობის განსაზღვრისათვის გამოყენებულია გრაფოანალიზური მეთოდი.

ჩატარებული ანალიზის შედეგად დადგენილია ჭრის სიღრმისა და მიწოდებას შორის თანაფარდობა, რომელიც დაცული უნდა იქნეს ჭრის ძალის მინიმალური მნიშვნელობის მისაღწევად საჭრისის გეგმაში მთავარი კუთხის სათანადო მნიშვნელობის დროს.

MACHINE BUILDING SCIENCE

K. M. AVALIANI

GRAPHOANALYTICAL DETERMINATION OF THE INFLUENCE OF PLANE ANGLE ON CUTTING FORCE

Summary

The paper describes the graphoanalytical method for obtaining the minimal value of cutting force during turning. It is shown that there is a certain relation between the depth of cutting and the feed which should be followed in order to obtain the manimal value of the force.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. М. Вульф. Резание металлов .М., 1973.
2. В. А. Аршинов, Г. А. Алексеев. Резание металлов и режущий инструмент. М., 1976.
3. В. Ф. Бобров. Основы теории резания металлов. М., 1975.
4. Г. И. Грановский, В. Г. Грановский. Резание металлов. М., 1985.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 581.131.1

БОТАНИКА

Т. Ф. КУРДАДЗЕ, З. Я. КИКВИДЗЕ

ОСМОТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ У ЭФЕМЕРОИДОВ ВЫСОКОГОРИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Ш. Нахуцришвили 7.9.1988)

Высокогорные эфемероиды приспособлены к своеобразному сочетанию благоприятных и неблагоприятных экологических факторов, таких как высокое световое довольствие и обильное водоснабжение на фоне сильно колеблющейся температуры и ночных заморозков, действие которых мало смягчается еще не сформированным травостоем, и ограниченных сроков вегетации. Один из важных физиологических показателей — осмотическое давление. Этот показатель позволяет судить о водно-солевом режиме растений и в определенной мере отражает действие таких факторов, как недостаток влаги и отрицательные температуры [1]. Нами исследовалось изменение осмотического давления у некоторых эфемероидов Центрального Кавказа вдоль высотного градиента. Исследования проводились в Казбегском районе (42°48 с. ш. и 44°39 в. д., среднемесячная температура весной 5—6°С, относительная влажность летом 70—75%, годовая сумма осадков 700—900 мм). Были выбраны четыре представителя весенних эфемероидов: Primula amoena M. B. (нетипичный эфемероид), Primula algida Adam, Fritillaria lutea Mill., Gentiana angulosa M. B. Растения собирались по мезосклону северо-западной экспозиции на высотах 2100, 2450, 2700 и 2900 м над уровнем моря. При сборе немедленно фиксировались ассимиляционные органы, осмотическое давление измерялось в лабораторных условиях криоскопическим методом [2]. При сборе растения находились в фазе цветения. Повторность измерений 6—8-кратная, относительная ошибка средней арифметической 0,2—1,6%, достоверность различия оценивалась по критерию Стьюдента для 1%-ного уровня значимости [3].

На рис. 1 представлены значения осмотического давления у эфемероидов на различной высоте над уровнем моря. У P. amoena и G. angulosa существенных и достоверных различий в величинах осмотического давления не обнаружены, а у видов P. algida и F. lutea изменение осмотического давления вдоль высотного градиента хорошо выражено, с существенным увеличением с возрастанием высоты над уровнем моря. Первые два вида, видимо, следует отнести к стеноосмотическим видам, а последние два — к эвриосмотическим. Можно также предположить различные механизмы адаптации этих растений к ухудшению водного баланса по высотному градиенту. В частности, предполагается напряжение водного режима с увеличеним высоты над уровнем моря при прочих равных условиях в связи с возрастанием сухости и повышением испарения; снижаются также средние значения температуры, в особенности почвы, доля отрицательных температур в балансе увеличивается. Такое ухудшение водного баланса эвриосмотические виды могут компенсировать увеличением осмотического давления, что и наблюдается у P. algida и F. lutea. Стеноосмотические же виды, такие как P. amoena и G. angulosa, видимо, регулируют водный режим иными физиологическими механизмами. Таким образом, различные механизмы адаптации к условиях среды могут действовать и в пределах одного рода, как например у рода Primula.

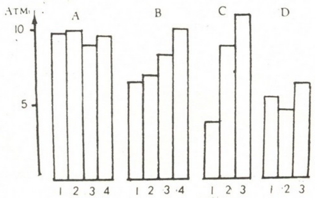


Рис. 1. Потенциальное осмотическое давление эфемероидов на различной высоте над уровнем моря: 1—2100 м; 2—2400 м; 3—2700 м; 4—2900 м; A—Primula amoena M. B.; B—Primula algida Adam.; C—Fritillaria lutea Mill.; Д—Gentiana angulosa M. B.

Диапазон абсолютных значений потенциального осмотического давления, определенный нами у эфемероидов высокогорий Центрального Кавказа (3,9—11 атм), несколько уступает по величине значениям осмотического давления луговых растений и трав влажных лесов [4], хотя в большой степени перекрывается их диапазоном. Такие относительно низкие значения потенциального осмотического давления по сравнению с другими луговыми растениями, видимо, отражают своеобразие физиологических свойств эфемероидов как экологической группы, связанное с относительно обильным и равномерным водоснабжением весной высокогорных лугов Центрального Кавказа.

Академия наук Грузинской ССР
Институт ботаники
им. Н. Н. Кецховели

(Поступило 22.9.1988)

ბოტანიკა

თ. ქურდაძე, ზ. კიკვიძე

ცენტრალური კავკასიონის მაღალმთის ეფემეროიდების ოსმოსური წნევა

რეზიუმე

ზღვის დონიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე (2000—3000 მ) განვსაზღვრეთ ცენტრალური კავკასიონის ეფემეროიდების (Primula amoena M. B., Primula algida Adam., Fritillaria lutea Mill., Gentiana angulosa M. B.) ოსმოსური

წნევა. P. amoena-სა და G. angulosa-ს პოტენციური ოსმოსური წნევა არ იცვლებოდა მნიშვნელოვნად ზღვის დონიდან სიმაღლის მიხედვით, ხოლო P. algida-ს და F. lutea-ს ოსმოსური წნევა ზღვის დონიდან სიმაღლის მიხედვით მნიშვნელოვნად იზრდებოდა. ამის გამო მცენარეთა პირველი ორი სახეობა მიეკუთვნა სტენოოსმოსურ, ხოლო ორი უკანასკნელი — ევრიოსმოსურ სახეობებს. შესაბამისად ივარაუდება წყლის რეჟიმის რეგულაციის განსხვავებული მექანიზმები მცენარეთა ამ ორ ჯგუფს შორის.

BOTANY

T. F. KURDADZE, Z. Ya. KIKVIDZE

OSMOTIC PRESSURE IN HIGH-MOUNTAIN EPHEMEROIDS OF THE CENTRAL CAUCASUS

Summary

Osmotic pressure was assayed through altitudinal gradient (2000—3000 m) in the following high-mountain ephemeroids of the Central Caucasus: Primula amoena M. B., Primula algida Adam, Fritillaria lutea Mill., and Gentiana angulosa M. B. *P. amoena* and *G. angulosa* showed relatively constant osmotic pressure without significant variations, *P. algida* and *F. lutea* demonstrated the increasing pressure through the uphill altitudinal gradient. Accordingly, the former two plants are grouped with stenoosmotic species, whereas the latter two ones—with euriosmotic species. It is assumed that these two groups of plants have different mechanisms of adaptation and regulation of their water relations.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. М. Свешникова. Водный режим растений и почв высокогорных пустынь Памира. Душанбе, 1962, 158.
2. K.—H. Kreeb. Methoden der Pflanzenokologie. VEB Gustav Fischer Verlag. Iena 1977.
3. Г. Ф. Лакин. Биометрия. М., 1980.
4. H. Walter. Einfuhrung in die Phytologie 111/1. Standortslehre. E. Elmer, Stuttgart, 2. Aufl. 1960.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 581.3

ბოტანიკა

გ. ღვალაძე, ლ. ჩხაიძე, მ. ჯაოშვილი

ხორბლის სახეობათაშორისი ჰიბრიდის (TRITICUM AESTIVUM NEV. x TRITICUM COMPACTUM HOST.) მიკროსპოროგენეზი

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ნახუცრიშვილმა 23.9.1988)

შორეული ჰიბრიდიზაცია კომბინაციური ცვალებადობის წყალობით ქმნის მძლავრ სამომავლო რეზერვს სელექციური მუშაობისათვის. მაგრამ ცნობილია, რომ ჰიბრიდები უმეტეს შემთხვევაში ხასიათდებიან დაბალი ნაყოფიერებით ან სრული სტერილობით, რაც ძირითადად გამეტოგენეზისას მეიოზის ანომალიური მიმდინარეობითაა გაპირობებული. ამდენად ჰიბრიდთა მეიოზის შესწავლას დიდი ხანია განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა [1—5].

ჩვენი კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა T. aestivum Nev. x T. compactum Host. ჰიბრიდების პირველი თაობა.

ჰიბრიდული მცენარეების ზრდა-განვითარებას ვსწავლობდით აღმოცენებიდან სავეგეტაციო პერიოდის ბოლომდე, ხოლო რაოდენობრივ მაჩვენებლებს ვადგენდით მცენარეთა მომწიფებისა და აღების შემდეგ.

ჰიბრიდული მცენარეები ხასიათდება სამეურნეო თვალსაზრისით საყურადღებო ნიშან-თვისებებით — კარგი ლეწვადობით, არამტვრევადი ღეროთი, საწყის მცენარეებთან შედარებით ცილებისა და შეუნაცვლელი ამინომჟავების უფრო მაღალი შემცველობით.

ციტოლოგიური კვლევისათვის მასალას ვაფიქსირებდით კარნუას ხსნარით. გაუწყლოვება და პარაფინირება მიმდინარეობდა მიკროტექნიკაში ცნობილი წესით. ანათლების სისქე არ აღემატებოდა 20 მიკრონს. პრეპარატებს ვღებავდით მჟავე გემალაუნით მაიერის მიხედვით. კვლევას და მიკროფოტოგრაფირებას ვაწარმოებდით სინათლის მიკროსკოპზე „პოლივარი".

ჰიბრიდების სამტვრე პარკებში არქესპორული უჯრედები მორფოლოგიურად არაერთგვაროვანია (მიკროფოტო 1). ზოგ მათგანში შეინიშნება დეგენერაციის აშკარა ნიშნები — ბირთვის მოყვანილობა ატიპურია, ციტოპლაზმა დეფორმირებული.

მეიოზური დარღვევები აშკარად ვლინდება უკვე პროფაზა პირველიდანვე. დარღვევები ძირითადად გამოიხატება ქრომოსომების არასრულ კონიუგაციაში, რაც მკაფიოდ ჩანს მეტაფაზურ ფირფიტაზე (მიკროფოტო 2—12). მეტაფაზა პირველის დროს გაყოფის თითისტარას ეკვატორულ სიბრტყეზე ქრომოსომების თავმოყრაც ასინქრონულია (მიკროფოტო 13). მოგვიანებით ქრომოსომების უმეტესი ნაწილი ნორმალურ მდებარეობას იღებს. ზოგიერთი ქრომოსომის მეტაფაზური მოძრაობა იმდენად დარღვეულია, რომ რჩება გაყოფის თითისტარას მიღმა (მიკროფოტო 2—13). ასეთი ქრომოსომები მეტწილად უნივალენტებია.

ჰიბრიდების მიკროსპოროგენეზის მეტაფაზა პირველში ადვილად ხერხდება ქრომოსომების რაოდენობის დადგენა ($n=21$).

ანაფაზა პირველში ქრომოსომების პოლუსებისაკენ გადაადგილება აგრეთვე ასინქრონულია. ნაგვიანევად გადაადგილებული უნივალენტებისა და ბივალენტების რაოდენობის მიხედვით დარღვევები არაერთგვაროვანი და ჭრელია

(მიკროფოტო 14—18). ეკვატორზე შედარებით ხანგრძლივად შერჩენილი ბივალენტების რიცხვი ორი-სამია, ხოლო უნივალენტებისა — ორი-ექვსი. იშვიათად ხდება ბივალენტის მთლიანად ერთი პოლუსისაკენ გადაადგილება. ანაფაზის ბოლოს და ადრეულ ტელოფაზაში ქრომოსომების უმეტესი ნაწილი დაგვიანებით, მაგრამ მაინც, აღწევს პოლუსებამდე (მიკროფოტო 19). საკმაოდ ხშირ შემთხვევებში ბირთვის გარეთ რჩება ქრომატინის გარკვეული ნაწილი, წარმოდგენილი მომრგვალო, იშვიათად მოგრძო სხეულის სახით (მიკროფოტო 22).

სურ. 1

გვიანი ტელოფაზა პირველის დროს მიკროსპორას დედა უჯრედების დიდი ნაწილი აშკარად დეგენერირებულია — გაყოფის თითისტარა დეფორმირებულია, პოლუსებთან თავმოყრილი ქრომატინი ატიპურად მუქადღებად და უსწორო მოხაზულობის მასას ქმნის (მიკროფოტო 19—21).

დიადის უჯრედების მხოლოდ მცირე ნაწილი გამოიყურება ნორმალურად. უმეტესად კი დიადის ერთი ან ორივე უჯრედი შეიცავს მიკრონუკლეუსებს

(მიკროფოტო 22), რომელსაც ქმნის გვიან ტელოფაზაში ბირთვის მიღმა დარჩენილი ქრომატინი. ამ ფაზაშიც შეინიშნება დიადის ერთი ან ორივე უჯრედის დეგენერაცია (მიკროფოტო 22).

მეიოზი მეორე აგრეთვე დარღვევებით მიმდინარეობს. დარღვევები მეიოზ პირველის დარღვევების მსგავსია, მაგრამ მათი სიხშირე და სიღრმე უფრო ნაკლებადაა გამოხატული.

მეიოზ მეორის მეტაფაზაშიც აშკარაა მეტაფაზური ფირფიტიდან ქრომატინის გამოვარდნა (მიკროფოტო 23—26).

მეიოზ მეორის ანაფაზაში საკმაოდ ხშირია ქრომოსომების ანომალიური გადაადგილების შემთხვევები (მიკროფოტო 27—29).

მეიოზი მეორის ტელოფაზის მხოლოდ მცირე ნაწილი გამოიყურება ნორმალურად, უმეტესწილად კი იგი ატიპურია (მიკროფოტო 30—32). აღსანიშნავია, რომ უჯრედების დეგენერაცია მიმდინარეობს მაშინაც, როცა ქრომოსომული აბერაციები ვიზუალურად არ არის გამოხატული (მიკროფოტო 30).

მეიოზის შედეგად ფორმირებული ტეტრადების მხოლოდ მცირე ნაწილია ტიპური, მათი მნიშვნელოვანი რაოდენობა კი მიკრონუკლეუსებით ხასიათდება (მიკროფოტო 32).

ზემოთ აღნიშნული ანომალიების გვერდით მეიოზურ მტვრის პარკებში იშვიათად, მაგრამ მაინც, შეინიშნება მეიოზის ბალანსირებული, გაწონასწორებული მიმდინარეობა.

აღსანიშნავია კიდევ ერთი ანომალია, რომელიც მთელ სამტვრე პარკს მოიცავს. ეს არის მიკროსპოროგენეზის მკვეთრად გამოხატული ასინქრონულობა ერთი სამტვრე პარკის ფარგლებში (მიკროფოტო 12, 15, 16, 17, 19, 23, 25, 29, 30, 32), სამტვრე პარკის სიგრძივი ღერძის მიმართულებით. დაყოფის ტალღები უმეტესად იწყება სამტვრე პარკის ერთი რომელიმე ბოლოდან. ასე რომ სამტვრე პარკის მთელ სიგრძეზე შეგვიძლია ვნახოთ მეიოზური დაყოფის ფაზების თანმიმდევრული მონაცვლეობა. იშვიათ შემთხვევაში დაყოფის ტალღები იწყება სამტვრე პარკის ცენტრალური ნაწილიდან და მიემართება ორივე ბოლოსაკენ. ცალკეულ შემთხვევებში ასინქრონულობა აღინიშნება ერთი დიადის ფარგლებშიც.

ამრიგად, შესწავლილ ჰიბრიდებში (T. aestivum Nev. x T. compactum Host.) მიკროსპოროგენეზის ძირითად ანომალიებად შეიძლება ჩაითვალოს ანაფაზური ქრომოსომების გადაადგილების დარღვევა, რაც ამ პროცესის ასინქრონულობას განაპირობებს და ქრომოსომების გამოვარდნა გაყოფის თითისტარას მოქმედების სფეროდან. ქრომოსომების ასინქრონული გადაადგილება ყოველთვის არ მოქმედებს უარყოფითად მიკროსპორების ფორმირებაზე, რადგან ქრომოსომები ნაგვიანევად, მაგრამ მაინც აღწევენ თითისტარას პოლუსებს. ქრომოსომების გამოვარდნა გაყოფის თითისტარას მოქმედების სფეროდან კი განაპირობებს სტრუქტურულ ცვლილებებს, კერძოდ, მტვრის მარცვლებში აღინიშნება მიკრონუკლეუსების თანაპოვნიერება (მიკროფოტო 33). მიუხედავად ასეთი ღრმა და ხშირი დარღვევებისა, მაინც ხდება მცირე რაოდენობით ნორმალური მტვერის ფორმირება, რაც უზრუნველყოფს დამტვერვა-განაყოფიერების მიმდინარეობას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ნ. კეცხოველის სახელობის ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 25.10.1988)

БОТАНИКА

Г. Е. ГВАЛАДЗЕ, Л. К. ЧХАИДЗЕ, М. Ш. ДЖАОШВИЛИ

МИКРОСПОРОГЕНЕЗ МЕЖВИДОВОГО ГИБРИДА ПШЕНИЦЫ (TRITICUM AESTIVUM NEV. x TRITICUM COMPACTUM HOST.)

Резюме

У гибридов (T. aestivum Nev. x T. compactum Host.) первого поколения основными аномалиями в микроспорогенезе можно считать асинхронное передвижение анафазных хромосом на экваториальной пластинке веретена деления и выпадание хромосом из сферы действия веретена. Асинхронное передвижение анафазных хромосом не всегда отражается на формирование пыльцы, т. к. хромосомы в большинстве случаев с опозданием, но все-таки, достигают полюсов веретена. Выпадение же хромосом обуславливает структурные изменения, а именно, наличие микронуклеусов в пыльце.

В редких случаях происходит сбалансированное протекание мейоза и возникшая в данном случае пыльца обеспечивает осуществление процесса оплодотворения.

BOTANY

G. E. GVALADZE, L. K. CHKHAIDZE, M. Sh. JAOSHVILI

MICROSPOROGENESIS OF THE INTERSPECIES HYBRID OF WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* NEV. x *TRITICUM COMPACTUM* HOST)

Summary

The drop-out of chromosomes from the division spindle's sphere of action and asynchronous movement of anaphased chromosomes on the equatorials plate of the division spindle can be considered as the basic anomalies in the microsporogenesis of the first generation hybrids. The asynchronous movement of anaphased chromosomes does not always affect the formation of pollen grains since chromosomes reach the spindle poles, though with a delay. But the drop-out of chromosomes cause structural changes of pollen grains, namely, the appearance of micronuclei in the pollen. Sometimes there occurs the balanced meiosis, and in this case pollen grains encourage fertilization.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Поддубная-Арнольди, Н. А. Стешина, А. А. Сосновец. Ботанический журнал, 19, 4, 1934, 338—366.
2. Н. В. Цицин. Отдаленная гибридизация растений. М., 1954.
3. И. Гершкович. Генетика. М., 1968.
4. Г. В. Канделаки. Отдаленная гибридизация и ее закономерности. Тбилиси, 1969.
5. М. С. Навашин. Проблемы кариологии и цитогенетики в исследованиях на видах рода Крепис. М., 1985.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 612.171/796.015/

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

В. С. ШАГИНЯН, Ф. О. ШРАЙБМАН, Г. А. БОЧОРИШВИЛИ

К ИЗУЧЕНИЮ МЕХАНИЗМА АДАПТАЦИИ К ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ У ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ МЕТОДОМ КАРДИО-СПИРОЭРГОМЕТРИИ

(Представлено академиком Т. Н. Ониани 24.2.1988)

Как известно [1], понятие миокардиального резерва характеризуется как запас функциональной способности метаболизма и сократимости миокарда, обеспечивающий прирост сердечного выброса пропорционально величине нагрузки возрастающей мощности.

Цель работы — изучение механизма адаптации к физической нагрузке и оценка физической работоспособности у юных спортсменов под влиянием кардио-спироэргометрии.

Клинически обследованы 20 юных спортсменов-боксеров в возрасте от 12 до 17 лет со спортивным стажем от 2 до 6 лет. Проводили непрерывно возрастающий трехминутно-ступенчатый велоэргометрический нагрузочный тест PWC_{170} с синхронной регистрацией ЭКГ, тетраполярной грудной реографией с расчетом ударного объема (УО) сердца по Кубичеку [2] и спирографией. АД измерялось по Н. С. Короткову. Кардио-спироэргометрически выделены 2 группы: I — 15 спортсменов с мощностью нагрузочного теста $732{,}0 \pm 33{,}99$ кгм/мин при максимально достигнутой ЧСС $168{,}7 \pm 7{,}21$ в минуту и II — 5 спортсменов с пороговой мощностью нагрузки $540{,}0 \pm 0$ кгм/мин при максимальной ЧСС $159{,}0 \pm 9{,}22$ в минуту. Результаты исследований подвергнуты дифференциально-корреляционному анализу с использованием ЭВМ М-4030.

Таблица указывает на меньшее потребление кислорода у спортсменов II группы, что объясняет уменьшение величины МПК/ПО$_2$/кг ($P<0{,}001$). Кислородный долг [3] на 1 кг массы тела (0$_2$д/0$_2$п/кг) во II группе намного превышал таковой в I группе, что указывало на высокую «кислородную стоимость» работы при меньшей ЧСС ($P<0{,}05$). Величина расходования ритмо-инотропных резервов (ИРИРС) сердца [4] во II группе также превышала таковую в I группе ($P<0{,}01$), что подтверждает высокую «энергетическую стоимость» нагрузки у спортсменов II группы при низком уровне коэффициента (КВ) восстановления ($P<0{,}05$). Максимальная ЧСС у спортсменов II группы при низкой пороговой мощности нагрузки ($P<0{,}001$) увеличивает «ватт-пульс» [5] или ЧСС/W_{max} ($P<0{,}02$), что выражает снижение адаптации к физической нагрузке на грани анаэробного энергообеспечения организма, понижен также индекс гемодинамической активности [6] систолы (ИГАС) на высоте нагрузки ($P<0{,}02$). На уменьшение миокардиального резерва во II группе указывает снижение метаболической активности (ИМА) миокарда [7].

В результате корреляционного анализа у спортсменов I группы в 77 сочетаниях параметров кардио-респираторной системы выявлена коррелятивная взаимосвязь, характеризовавшаяся физиологическим детерминантно-рефлекторным взаимодействием параметров кардиогемодинамики и внешнего дыхания в экстремальной ситуации нагрузки PWC_{170}.

Уменьшение оптимальности рабочего режима сердца у спортсменов II группы усложняет интеграцию приспособительных реакций вазомоторного центра [8], что снижает рефлекторную активность взаимозависимости параметров кардио-гемодинамики и МПК. Действительно, в отличие от I группы, у спортсменов II группы коррелятивная взаимосвязь параметров выявлена только в 53 сочетаниях.

Показатели кардио-спироэргометрического исследования у юных спортсменов под влиянием нагрузки PWC_{170} ($M \pm m$)

Группы обследованных	ФР, кгм/кг	ЧСС/W_{max} уд/Вт	КП, мл/мин/кг	ИРИРС, усл. ед.	ИГАС, усл. ед.	КЭСВ, мДж	МПК/ /$ПО_2$, мл/мин/ /кг	КВ
I	14,01 ±0,42	1,435 ±0,08	21,49 ±1,70	5,77 ±0,55	57,42 ±5,44	94,34 ±21,35	13,49 ±0,193	4,13 ±0,25
II	11,50 ±0,53	1,770 ±0,089	14,78 ±2,04	8,34 ±0,60	31,57 ±10,43	44,68 ±8,77	8,0 ±1,207	2,66 ±0,56
P	<0,01	<0,02	<0,05	<0,01	<0,02	<0,05	<0,001	<0,05

Условные обозначения: ФР — физическая работоспособность на 1 кг массы тела; ЧСС/W_{max} — отношение максимальной ЧСС к максимальной мощности нагрузочного теста [5]; КП — кислородный пульс на 1 кг массы тела на высоте нагрузки; ИРИРС — индекс расходования ритмо-инотропных резервов сердца [4]; ИГАС — индекс гемодинамической активности систолы [6]; КЭСВ — кинетическая энергия сердечного выброса [9]; МПК/$ПО_2$/кг — отношение максимального потребления кислорода к потреблению кислорода в покое на 1 кг массы тела; КВ — коэффициент восстановления (отношение величин МПК к $ПО_2$ в периоде восстановления).

Нам представляется, что нарушение адаптации к физической нагрузке, или деадаптацию, у спортсменов II группы следует понимать не только как следствие нарушения аэробного энергообеспечения организма и миокардиального резерва, но и как расстройства рефлекторной взаимосвязи между параметрами кардио-респираторной системы в чрезвычайной ситуации падения оптимальности рабочего режима сердца под влиянием нагрузки PWC_{170}.

Однако сложность методики тормозит внедрение ее в практику, что вынудило упростить методику до уровня практического применения в поликлинике при наличии электрокардиографа и реоплетизмографа или синхронной записи ЭКГ и сфигмограммы сонной артерии, а ударный объем сердца определять с помощью формулы Старра.

Комплексные показатели производительной части работы сердца в результате математических преобразований (физик-теоретик Е. Г. Гурвич) приняли вид

$$КЭСВ = 5 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{УО^3}{Q^2 \cdot H^2}, \quad ИГАС = 10^{-5} \cdot \frac{УО^2 \cdot F}{H},$$

где УО — ударный объем сердца, мл; F—ЧСС; Q — площадь поперечного сечения аорты, $см^2$ [10]; H — длительность фазы изгнания, с.

Показатели непроизводительной части работы сердца являются ЧСС/W_{max} или «ватт-пульс» [5] и ИРИРС [4].

На рисунке представлена диаграмма (Е. Г. Гурвич) с производительной частью работы сердца (КЭСВ+ИГАС) по оси ординат и непроизводительной частью ($ЧСС/W_{max}$+ИРИРС) по оси абсцисс.

На диаграмме приведены величины показателей у обеих групп юных спортсменов по отношению абсолютных величин показателей

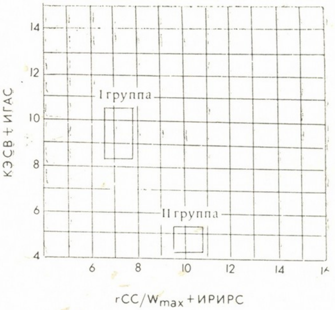


Рис. I Пояснения в тексте

II группы к величинам I группы. Для практического использования диаграммы величины показателей у обследуемого, рассчитанные по упрощенным формулам, следует разделить: КЭСВ—на 18,9, ИГАС—на 11,5, $ЧСС/W_{max}$—на 0,29. ИРИРС—на 1,15.

Координаты центров прямоугольников равны средним значениям суммы соответствующих показателей по данной группе, а стороны прямоугольников—их удвоенным погрешностям. Точка переселения перпендикуляров на оси ординат на уровне суммы КЭСВ+ИГАС и на оси абсцисс на уровне $ЧСС/W_{max}$+ИРИРС является искомой результирующей величиной оптимальности рабочего режима сердца у обследуемого.

Детский врачебно-физкультурный
диспансер

(Поступило 1.9.1988)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ვ. შაგინიანი, თ. შრაიბმანი, გ. გოჩორიშვილი

მოზარდ სპორტსმენებში ფიზიკური დატვირთვისადმი ადაპტაციის მექანიზმის შესწავლა კარდიო-სპიროერგომეტრული მეთოდით

რეზიუმე

გამოკვლეული 20 მოზარდი სპორტსმენიდან 5 სპორტსმენში ველოერგომეტრული უწყვეტად მზარდი დატვირთვის ტესტმა $РИС_{170}$ გამოიწვია ქან-

გბადის მაქსიმალური მოთხოვნილების ნაკლები მატება, ამავე დროს „ვატ-პულსის“, ჟანგბადოვანი ვალის და გულის რიტმო-ინტროპული რეზერვების ხარჯვის ზრდა.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

V. S. SHAGINYAN, F. O. SHRAIBMAN, G. A. BOCHORISHVILI

THE STUDY OF THE MECHANISM OF YOUNG SPORTSMEN'S ADAPTATION TO PHYSICAL LOADING BY THE CARDIO-SPIROERGOMETRIC METHOD

Summary

The incessantly growing veloergometric PWC 170 loading test caused a lesser MOC increment in 5 young sportsmen (boxers) out of 20 while increasing the watt-pulse, the oxygen debt and expenditure of the heart's rhythmo-inotropic reserves.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. З. Меерсон. Кардиология, 9, 1976, 5—14.
2. W. G. Kubiček *et al*. Ann. N. Y. Acad. Sci., v. 170, 1970, 724—732.
3. Практикум по общей физиологии и физиологии спорта. М., 1973, 59—60.
4. В. Д. Чурин. Кардиология, 2, 1976, 91—97.
5. В. И. Маколкин и соавт. Кардиология, 11, 1984, 71—76.
6. В. С. Шагинян. Сб. «Вопросы биологии и медицинской техники». Тбилиси, 1978, 70—92.
7. Д. М. Аронов. Кардиология, 4, 1979, 5—10.
8. Б. М. Хаютин. Сосудодвигательные рефлексы. М., 1964.
9. В. Л. Карпман и соавт. Кардиология, 12, 1973, 83—88.
10. Н. Н. Савицкий. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики. М., 1963.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 577.346

БИОФИЗИКА

Г. Ш. ДАВИТАЯ, Л. П. АСАТИАНИ, К. Г. ЧАВЧАНИДЗЕ

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ФЕРРОЦЕНСОДЕРЖАЩИХ АЦЕТИЛЕНОВЫХ ГЛИКОЛЕЙ В МИКРОСОМАХ ПЕЧЕНИ КРЫС, МОДИФИЦИРОВАННЫХ БЕНЗ (а) ПИРЕНОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. Ш. Угрехелидзе 25.10.1988)

Исследование первичных механизмов канцерогенеза до сих пор остается важнейшей задачей современной биологии. Известно, что простагландины играют важную роль в развитии процессов опухолевого роста [1]. Было показано, что образование окисленных форм полициклических углеводородов, проявляющих канцерогенную активность, может произойти с участием ферментной системы биосинтеза простагландинов [2]. На сегодняшний день создание веществ, обладающих способностью подавить те или иные патологические процессы, считается весьма актуальным. Исследование биологической активности ферроценсодержащих ацетиленовых гликолей показало, что они обладают антиканцерогенным эффектом [3]. В то же время эти вещества ингибируют свободно-радикальные процессы и способствуют увеличению содержания ДНК, РНК и холестерина, в то время как полициклические углеводороды снижают уровень этих компонентов в культивируемых куриных эмбрионах [4].

Анализ литературных данных показывает, что механизм действия ферроценсодержащих ацетиленовых гликолей остается мало изученным.

В связи с этим задачей нашего исследования было изучить влияние ферроценсодержащих ацетиленовых гликолей — 1-ферроценил-1-фенил-1-окси-3-1-оксициклопентил-2-пропин (ФФООП) на связывание и биосинтез простагландинов и на перекисное окисление липидов (ПОЛ) микросом как отдельно, так и при совместном действии с бенз(а)пиреном в микросомах клеток печени крыс.

Материалом для исследования служила печень белых крыс самцов весом 100—120 г. Микросомы печени крыс получали дифференциальным центрифугированием [5]. Активность простагландинэндопероксидсинтетазы (ПЭПС) в пробах определяли полярографическим методом [6]. Об уровне ПОЛ судили по образованию малонового диальдегида (МДА) [7].

В табл. 1 показано, что бенз (а) пирен в концентрации 10^{-3} М вызывает ингибирование активности ПЭПС, в то время как в концентрации 10^{-4}М и 10^{-5}М активирует, т. е. действие носит фазовый характер — высокие концентрации ингибируют, а низкие активируют фермент. ФФООП ингибирует активность ПЭПС и это действие коррелирует с уменьшением его концентрации — максимум величины ингибирования приходится на концентрацию 10^{-5} М. В связи с этим в даль-

Таблица 1

Изучение влияния ФФООП и бенз (а) пирена (БП) на активность ПЭПС и на связывание ^{3}НПГЕ$_1$ в микросомах (М) клеток печени крыс (данные выражены в % по отношению к контролю, которым служили пробы интактных микросом)

№	Пробы	Активность ПЭПС	Связывание ^{3}НПГЕ$_1$
1	М+БП—10^{-3}М	80	90
2	М+БП—10^{-4}М	110	112
3	М+БП—10^{-5}М	123	132
4	М+ФФООП—10^{-3}М	92	102
5	М+ФФООП—10^{-4}М	77	85
6	М+ФФООП—10^{-5}М	71	80
7	М+БП—10^{-3}М+ФФООП—10^{-5}М	94	99,5
8	М+БП—10^{-4}М+ФФООП—10^{-5}М	99	91
9	М+БП—10^{-5}М+ФФООП—10^{-5}М	86	66

нейших экспериментах в исследуемые пробы вводили ФФООП в концентрации 10^{-5} М. Совместное действие канцерогена и ФФООП также ингибировала активность ПЭПС, однако уровень ингибирования несколько ниже, чем в случае действия этих веществ отдельно. В данном случае наблюдается тенденция ФФООП доводить активность фермента до предела нормы. Изучение влияния этих же веществ на связывание меченого тритием простагландина Е$_1$ (^{3}НПГЕ$_1$) с рецепторными участками мембран микросом дает сходную картину с той лишь разницей, что эффект выражен несколько в большей степени (табл. 1). Следует также отметить, что совместное применение ФФООП и

Таблица 2

Изучение влияния бенз (а) пирена (БП), ФФООП и ПГЕ$_1$ на ПОЛ мембран микросом (М) (уровень ПОЛ — по изменению количества малонового диальдегида в % по отношению к контролю, которым служили пробы интактных микросом)

№	Пробы	Уровень ПОЛ
1	М+ПГЕ$_1$—10^{-9}М	106
2	М+ФФООП—10^{-5}М	71,6
3	М+БП—10^{-5}М	74
4	М+БП—10^{-5}М+ФФООП—10^{-5}М	102
5	М+БП—10^{-5}М+ПГЕ$_1$—10^{-9}М	86
6	М+ФФООП—10^{-5}М+БП—10^{-5}М+ПГЕ$_1$—10^{-9}М	78
7	М+ФФООП—10^{-5}М+ПГЕ$_1$—10^{-9}М	97

бенз(а)пирена значительно ингибирует связывание ^{3}НПГЕ$_1$ с рецепторными участками мембран микросом клеток печени крыс.

Как известно, ПОЛ является важным показателем жизнедеятельности клетки и существует предположение о том, что нарушение уровня ПОЛ может служить существенным показателем течения патологических процессов [8]. В наших экспериментах (табл. 2) показано, что лишь простагландин E_1 увеличивает уровень ПОЛ, в то время как ФФОП и бенз(а)пирен ингибируют. Такое действие может быть наличием антиокислительной активности как ФФООП, так и бенз(а) пирена.

Таким образом, анализ полученных экспериментальных данных позволяет высказать предположение о том, что ФФООП оказывает противоположное бенз(а)пирену влияние на организм, т. е. «сглаживает» действие канцерогена во всех исследуемых пробах. Такое действие ФФООП позволяет применить его для подавления действия канцерогенных ароматических полициклических углеводородов.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 18.11.1988)

ბიოფიზიკა

გ. დავითაია, ლ. ასათიანი, ქ. ჭავჭანიძე

ფეროცენშემცველი აცეტილენური გლიკოლების გავლენის შესწავლა ბენზ(α)პირენით მოდიფიცირებულ ვირთაგვას ღვიძლის მიკროსომებში

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ბენზ(α) პირენით მოდიფიცირებულ ვირთაგვას ღვიძლის მიკროსომების სუსპენზიაზე ფეროცენშემცველი აცეტილენური გლიკოლების დამატება იწვევდა როგორც პროსტაგლანდინენდოპეროქსიდსინთეტაზის აქტივობის შემცირებას, ისე ტრითიუმით მონიშნული პროსტაგლანდინ E_1-ის რეცეპტორული დაკავშირების დაქვეითებას კონტროლის დონემდე.

გამოთქმულია მოსაზრება, რომ ფეროცენშემცველ აცეტილენურ გლიკოლებს აქვთ ანტიკანცეროგენული ეფექტი და მათი გავლენა რეგულატორულ პროცესებზე ხორციელდება პროსტაგლანდინებზე მოქმედებით.

BIOPHYSICS

G. Sh. DAVITAYA, L. P. ASATIANI, K. G. CHAVCHANIDZE

INVESTIGATION OF FERROCENE-CONTAINING GLYCOLS ACTION ON THE RAT LIVER MICROSOMES MODIFIED BY BENZO(α)PYRENE

Summary

It has been shown that the addition of ferrocene-containing glycols to the suspension of the rat liver microsomes modified by benzo(α)pyrene causes both prostaglandinendoperoxidsinthetase activity decline and the decrease of ^{3}H-labeled prostaglandin E_1 receptoral binding down to the level of control.

It is suggested that the ferrocene-containing glycols possess an anticarcinogenic activity and their effect on the regulatory processes is exerted through the action on the prostaglandins.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Порстагландины. М., 1978.

2. К. V. Honn *et al*. Prostaglandins, v. 21, № 5, 1981, 833—864.

3. И. М. Гвердцители, Б. А. Ломсадзе, Л. П. Асатиани, М. А. Царцидзе. Труды ТГУ, сер. «Химия и биология», т. 212, 1981, 63—67.

4. Дж. Ш. Миндиашвили, Л. П. Асатиани, Б. А. Ломсадзе, М. А. Царцидзе. Труды ТГУ, сер. «Химия и биология», т. 99, № 2, 1980, 465—468.

5. B. A. Avingen *et al*. J. Biol. Chem., № 13, 1974, 5892—5899.

6. А. Т. Мевх, П. В. Вржец, В. Ю. Швядас, С. Д. Варфоломеев, Г. И. Мягкова, Л. А. Якушева. Биоорганическая химия, т. 7, № 5, 1981, 695—701.

7. И. Д. Стальная, Т. Г. Гаришвили. Сб. «Современные методы в биохимии». М., 1978.

8. А. И. Арчаков. Микросомальное окисление. М., 1975.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲘᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 581.134

БИОХИМИЯ

П. А. ТХЕЛИДЗЕ, Т. И. АНАНИАШВИЛИ, О. Т. ХАЧИДЗЕ

ПРЕВРАЩЕНИЕ ^{14}С-САХАРОЗЫ В ПОБЕГАХ И ГРОЗДЬЯХ ВИНОГРАДА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Н. Нуцубидзе 10.11.1988)

Основную массу транспортируемых во флоэме веществ почти у всех видов растений составляют углеводы, а основным подвижным компонентом транспортирующих во флоэме веществ большинства растений является сахароза [1—5].

По Ш. Ш. Чанишвили [6] и К. Соунсену [7], сахароза — единственная форма сахара, передвигающаяся в виноградной лозе сорта Конкорд. Незначительное количество глюкозы и фруктозы, обнаруживаемое в побегах, является результатом гидролиза сахарозы, которая быстро передвигается от листьев к точке роста.

Французские исследователи считают, что сахароза по выходу из листа гидролизуется в инвертный сахар в древеснолубяных сосудах и ее содержание уменьшается на всем пути от черешка листа до побега, от побега до гребня и от гребня до ягод, в результате чего в винограде остаются лишь следы сахарозы [8].

Нами изучено передвижение и превращение ^{14}С-сахарозы в побегах и ягодах винограда сорта Ркацители (Vitis vinifera L.). Эксперименты проводили в период роста ягод и в фазе зрелости. Опыты ставили на побеге с одной гроздью, листья с которого удаляли непосредственно перед опытом. Побеги с раствором ^{14}С-сахарозы помещали в специальные камеры, где оставляли на 12 часов при температуре 25—27° в темноте. Количество $^{14}CO_2$, выделяемого побегами при непрерывной циркуляции воздуха, учитывали в виде $Ba^{14}CO_3$.

После опыта материал разрезали на отдельные части и фиксировали кипячением в 96%-ном этаноле в течение 10 мин. Затем из них 80%-ным этанолом извлекали вещества. Фракции сахаров, аминокислот и органических кислот выделяли методом препаративной хроматографии на бумаге [9].

Идентификацию индивидуальных компонентов проводили методом хроматографии на бумаге и радиоавтографии. Радиоактивность определяли жидкостным сцинтилляционным спектрофотометром SI-30.

Эксперименты показали, что в темноте основная часть сахарозы при передвижении не расходовалась в процессе дыхания. Активность выделяемого побегом CO_2 составляла в период роста ягод всего 378 000 имп/мин, т. е. 0,7% от общей радиоактивности побега с гроздьями, а в период зрелости 211 500 имп/мин., т. е. 1,1%.

В период роста ягод основная часть радиоактивности оказалась в побеге, в основном в древесине. В грозди винограда было сосредоточено всего 10% радиоактивности. В период созревания картина изменялась. Гроздь содержала свыше 60% от общей радиоактивности, отсюда 93% радиоактивности приходилось на ягоды.

В результате усвоения, передвижения и частичного превращения ^{14}C-сахарозы около 98% ^{14}C обнаруживалось в спирторастворимой фракции побега, а в ягодах винограда 10—12% радиоактивности — в биополимерах. Незначительная часть ^{14}C радиоактивной сахарозы включалась в аминокислоты и органические кислоты. Сравнительно высокий процент включения в эти соединения наблюдался в разных частях грозди, особенно в ягодах.

Картина распределения радиоактивности в отдельных компонентах сахаров показывает (таблица), что в побеге основная часть саха-

Включение радиоактивного углерода ^{14}C-сахарозы в сахара побега и грозди в разные фазы вегетации

	Части побега	Сахара	Фаза вегетации: Рост ягод, 10^3 имп/мин	Рост ягод, % от общей радиоактивности сахаров	Зрелость, 10^3 имп/мин	Зрелость, % от общей радиоактивности сахаров
I междоузлие	Кора	Сахароза	180,2	80,9	86,5	81,9
		Глюкоза	22,1	9,9	9,8	9,3
		Фруктоза	20,4	9,2	9,2	8,7
	Древесина	Сахароза	345,1	79,4	192,5	80,5
		Глюкоза	45,9	10,5	23,7	9,9
		Фруктоза	44,2	10,1	22,8	9,5
II междоузлие	Кора	Сахароза	174,6	72,9	85,0	74,8
		Глюкоза	32,9	13,7	15,0	13,2
		Фруктоза	32,0	13,4	13,5	11,9
	Древесина	Сахароза	395,6	71,9	199,2	74,5
		Глюкоза	80,5	14,6	39,7	14,7
		Фруктоза	73,6	13,5	28,8	10,8
Гроздь	Основание ножки грозди	Сахароза	53,7	70,4	36,4	73,7
		Глюкоза	11,4	15,0	7,0	14,7
		Фруктоза	11,0	14,6	5,7	71,6
	Гребень	Сахароза	76,1	38,9	36,9	60,4
		Глюкоза	60,5	30,9	34,0	21,1
		Фруктоза	59,1	30,2	29,7	18,4
	Подушечки на ножках ягод	Сахароза	8,4	17,5	6,6	31,6
		Глюкоза	20,8	43,3	7,4	35,6
		Фруктоза	18,8	39,2	6,8	32,8
	Ягоды	Сахароза	34,0	2,2	376,2	13,8
		Глюкоза	1564,0	51,6	1240,8	45,5
		Фруктоза	1428,0	47,2	1108,8	40,7

розы передвигается без превращения. В коре и в древесине побега в сахарозе обнаружено 70—80% от суммы радиоактивных сахаров.

В основании ножки грозди замечается незначительное снижение радиоактивности сахарозы, а в гребнях превращение сахарозы усиливается. В период роста ягод около 60% радиоактивности сахаров выявлено в глюкозе и фруктозе, а в фазе зрелости эта величина составляет 40%.

Превращение сахарозы усиливается в подушечках на ножках ягод, в самих же ягодах в сахарозе отмечено в период роста ягод 2,2, а при зрелости 13,8% от общей радиоактивности сахаров. В фазе зрелости ягод более 85% от общей радиоактивности сахаров обнаруживается в глюкозе и фруктозе.

Из продуктов превращения сахарозы в ягодах винограда ^{14}C обнаружена также в аминокислотах (аспарагиновая и глютаминовая кислоты, серин, аланин, валин, лейцин) и органических кислотах (яблочная, винная, янтарная, фумаровая, гликолевая).

Таким образом, подтверждено, что основным местом расщепления сахарозы — главного компонента транспортируемых сахаров виноградной лозы является гроздь, в частности ягоды винограда.

Академия наук Грузинской ССР
Институт биохимии растений

(Поступило 18.11.1988)

ბიოქიმია

პ. თხელიძე, თ. ანანიაშვილი, ო. ხაჩიძე

^{14}C-საქაროზას გარდაქმნა ვაზის ყლორტსა და მტევანში

რეზიუმე

ეგზოგენური ^{14}C-საქაროზას გამოყენებით ნაჩვენებია, რომ ეს დისაქარიდი ვაზის ყლორტში ძირითადად გადაადგილდება გარდაქმნის გარეშე. საქაროზა და მისი ნაწილობრივი ჰიდროლიზის პროდუქტები გადაადგილების დროს ნაწილდება ყლორტის კანსა და მერქანში, ამასთან ერთად CO_2-მდე იჟანგება საქაროზას დაახლოებით 1%.

საქაროზას გახლეჩვა ძლიერდება მტევანში და მაქსიმუმს აღწევს ყურძნის მარცვლებში.

BIOCHEMISTRY

P. A. TKHELIDZE T. I. ANANIASHVILI O. T. KHACHIDZE

CONVERSION OF ^{14}C-SUCROSE IN GRAPEVINE SHOOTS AND CLUSTERS

Summary

Movement and conversion of ^{14}C-sucrose in grapevine shoots and clusters were studied. Experiments were carried out during plant growth and in the phase of ripeness.

It is shown that in darkness the major portion of sucrose in movement do not participate in respiration. Activity of the released $^{14}CO_2$ accounts for only 1% of the total radioactivity.

In cluster stems a slight decrease of $^{14}CO_2$-sucrose was observed, while in combs the sucrose conversion increased. Sucrose cleavage is more intensive in grape stems and reaches its maximum in grapes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Л. Курсанов. Транспорт ассимиляторов в растениях. М., 1976, 646.
2. А. Л. Курсанов, М. В. Туркина. ДАН СССР, 95, № 3, 1954, 885—888.
3. О. А. Павлинова. Физиол. раст., т. 2, 1965, 378—386.
4. С. Ф. Измайлов, В. П. Пикарская, А. М. Боготицк, А. М. Смирнов. Физиол. раст., т. 24, вып 6, 1977, 1174—1180.
5. Физиология винограда и основы его возделывания, т. I. София, 331.
6. Ш. Ш. Чанишвили. Передвижение ассимиляторов в виноградной лозе. Тбилиси, 1964, 102.
7. C. A. Swanson, E. D. H. Shishing. 1958. Translocation of sugars in the Concord grape. Plant Physiol. № 1, p. 33—36.
8. Ж. Риберо-Гайон, Э. Пейно, П. Риберо-Гайон, П. Сюдро. Теория и практика виноделия, т .2. М., 1979, 352.
9. П. А. Тхелидзе. Сообщения АН ГССР, 91, № 1, 1978, 149—152.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 591:597

ЗООЛОГИЯ

Д. Н. ТАРХНИШВИЛИ, Р. Г. МАМРАДЗЕ

МОДИФИКАЦИЯ ФЕНОТИПА МАЛОАЗИАТСКОЙ ЛЯГУШКИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. Е. Курашвили 28.11.1988)

Значение окраски в популяционно-биологических исследованиях бурых лягушек хорошо известно [1]. Многие ее особенности используются как фенотипические маркеры из-за дискретности их проявления. Вместе с тем, на формирование любого признака, в том числе окраски, влияют скорости количественных процессов — роста, увеличения количества пигментных клеток и др. Не всегда ясно, может ли интенсивность морфогенетических процессов определить альтернативные изменения дискретных признаков окраски и повлиять на частоту их встречаемости или лишь изменить отдельные особенности исследуемого признака, будучи не в состоянии изменить его положение в дискретной паре или в ряду проявлений.

Объектом исследования были выбраны группы сибсов из кладки малоазиатской лягушки (Rana macrocnemis). 3 кладки (1—3) были получены в лаборатории. Самец второй пары производителей имел слабовыраженную светлую дорзомедиальную полосу, остальные 5 производителей были бесполосыми. Весной 1988 г. в природе были получены остальные 6 кладок (1^a—6^a).

Из каждой кладки отбирали по 4 группы личинок (по 40 особей из кладок 1—3, 20 из кладок 1^a—6^a) и рассаживали их в 40-литровые аквариумы с плотностью 1 личинка/л с температурой 18, 21, 25 и 29°С.

Прижизненно описывали фенотип метаморфизировавших животных, в том числе наличие отчетливой дорзомедиальной полосы (striata), слабовыраженной полосы, крапа (punctata),

Рассмотрим вначале распределение фенотипов сеголеток в оптимальных условиях, при 18—19°С. Несмотря на отсутствие среди 3 пар производителей фенотипа punctata, среди 37 сеголеток, выращенных из кладки 2, у 2 имелся выраженный крап; крапчатыми были и около половины сеголеток из кладки 5^a. В остальных кладках при оптимальной температуре выращивали фенотип punctata отсутствовал.

Интересно проявление во всех исследованных кладках фенотипа striata (таблица, Б). По имеющимся данным [2, 3], этот фенотип определяется полностью доминантным аутосомным геном. Однако среди производителей кладок 1 и 3 светлополосые особи отсутствовали. Трудно предположить и наличие striata среди производителей всех полученных в природе кладок. Вне зависимости от доминантности гена одноаллельное наследование предполагает потомство либо фенотипически однородное, либо в расщеплении 3:1. Вместе с тем, лишь у сеголеток 4 из 9 исследованных кладок частота striata была близка к 25%. В 3 кладках их доля приближалась к 1/2, в 2 — к нулю (не принимая при этом нулевого значения). Частота striata в кладках с минимальным и максимальным содержанием этого фенотипа различалась при P=0,001. Здесь, однако, следует отметить некоторую субъективность выделения фенотипа: степень выраженности дорзомедиальной полосы сильно и непрерывно варьирует во всех кладках, и провести четкую грань между сеголетками с яркой и слабовыраженной полосой (наследование последнего признака, вероятно, имеет более сложный характер, а в популяциях R. macrocnemis он встречается чаще striata [1]) трудно.

Частота особей со слабовыраженной полосой представлена в таблице В, она сильно варьирует по кладкам (но в 5 кладках приближается к 25%). Общее количество сеголеток со светлой полосой, выраженной в различной степени, в 6 кладках превышает половину. Вместе с тем, как и в случае со степенью выраженности полосы, границу между бесполосыми лягушатами и особями с очень слабовыраженной полосой выделить трудно, и идентификация последних остается в известной мере субъективной.

При повышении температуры развития головастиков фенотипический состав меняется. Смертность личинок не столь значительна, чтобы избирательная элиминация могла оказывать на этот процесс существенное влияние. Прежде всего, увеличение температуры способствует проявлению фенотипа punctata. Уже при 21°С крапчатые особи (правда, в небольшом количестве) появились в 7 из 9 исследованных кладок. При 25°С их встречаемость возрастает, хотя группировать кладки по этому признаку пока невозможно. Наконец, при развитии головастиков на 29°С крапчатые сеголетки присутствуют во всех группах сибсов, причем кладки распадаются на 3 группы: с частотой punctata 4—18%, 43—55%, 73—88% (таблица, А). Логично предположить наследственные различия между этими кладками. Реализуются они, однако, лишь при высокой температуре. Интересно,

Изменение частоты фенотипов (%) под воздействием температуры

А) punctata

T°, C	№ кладки									
	1	2	3	1а	2а	3а	4а	5а	6а	M±σ
18	0	6	0	0	0	0	0	54	0	7±18
21	10	5	3	0	13	6	0	8	27	8±8
25	3	24	6	6	71	0	0	47	0	17±25
29	74	82	50	18	55	13	4	88	43	47±31

Б) striata

T°, C	№ кладки									
	1	2	3	1а	2а	3а	4а	5а	6а	M±σ
18	40	26	21	—	7	5	53	23	50	27±17
21	50	24	39	0	19	18	22	42	60	30±19
25	54	41	36	0	12	20	40	47	22	30±18
29	25	5	9	6	0	20	50	25	71	23±23

В) особи со слабовыраженной полосой

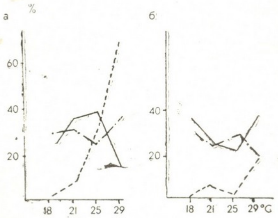
T°, C	№ кладки									
	1	2	3	1а	2а	3а	4а	5а	6а	M±σ
18	14	46	19	—	27	70	20	38	9	28±21
21	22	51	21	5	25	29	50	33	13	28±15
25	17	41	22	6	12	53	13	29	39	26±16
29	26	50	36	12	36	33	18	44	14	30±13

что в закавказских популяциях R. macrocnemis частота punctata несколько убывает с высотой [1]. Не исключено, что это связано со снижением температуры развития личинок.

Частота striata также изменяется при возрастании температуры, но характер реакции на температуру проявляет генетическую специфику, в результате чего средняя по всем кладкам встречаемость этой морфы практически не меняется (таблица, Б). Но в 5 кладках с наиболее высокой частотой крапа при повышенной температуре изменения встречаемости светлой полосы сходны. Последняя, повышаясь при возрастании температуры до 25° (пока невысока частота punctata), резко убывает при 29°С (рис. 1,а). Увеличение доли striata сопряжено со снижением количества бесполосых особей; вероятно, оно связано с их переходом в категорию «особи со слабовыраженной полосой», а части последних — в категорию striata. Модифицирующее влияние условий развития на фенотип здесь очевидно. При 29° снижение частоты striata сопряжено с проявлением крапа, который, очевидно, препятствует проявлению выраженной дорзомедиальной полосы. Последняя теряет отчетливость, что проявляется в возрастании частоты животных со слабовыраженной полосой (рис. 1,б). Последний признак не подавляется крапом — частота бесполосых лягушат практически не изменяется.

Иная зависимость фенотипа от температуры у 4 групп сибсов, где встречаемость punctata невысока. При повышении температуры

Рис. 1. Изменения частоты фенотипа лягушат при повышении температуры: а — 5 кладок с высокой частотой punctata при 29°С; б — 4 кладки с низкой частотой punctata при 29°С; по оси абсцисс — температура, °С; по оси ординат — средняя частота фенотипа, %; ———— — striata; — — — — punctata; —·— — особи со слабовыраженной полосой



до 25° striata может как возрастать, так и снижаться, но при 29° возрастает во всех этих группах (рис. 1,б). Таким образом, очевидно подавляющее воздействие крапа на фенотип striata.

Наконец, следует отметить, что зависимость частоты каждого из исследованных фенотипов от времени метаморфоза отсутствовала.

Приведенные данные позволяют сделать ряд предварительных выводов. Прежде всего частота фенотипов striata и punctata, особенно последнего, сильно варьирует в зависимости от столь пластичной характеристики среды, как температура. При этом повышение температуры не только изменяет соотношение морф в пределах кладки, но и определяет характер межкладочных фенотипических различий — в частности, наследственные различия по крапу проявляются лишь на высокой температуре. Не исключено, что между генами striata и punctata существует определенная связь: при высокой температуре наличие крапа подавляет наличие светлой полосы. Кроме того, в кладках с высокой потенциальной частотой punctata повышение частоты полосатых особей при возрастании температуры с 18 до 25°С более заметно. Наконец, непрерывность перехода бесполосых особей в сеголеток со слабовыраженной и, наконец, с яркой полосой заставляет сомневаться в дискретных различиях между носителями этих признаков и указывает на необходимость дополнительных исследований по природе их наследования.

Академия наук Грузинской ССР
Институт зоологии

(Поступило 22.12.1988)

ზოოლოგია

დ. თარხნიშვილი, რ. მამრაძე

მცირეაზიური ბაყაყის ფენოტიპის მოდიფიკაცია მაღალი ტემპერატურის გავლენის შედეგად

რეზიუმე

მცირეაზიური ბაყაყის ფენოტიპური ნიშნის, მათ შორის ღია ფერის ხაზის (striata) და მუქი წერტილების (punctata) მემკვიდრეობა ითვლება დადგენილად. ამავე დროს ლაბორატორიაში ჩატარებულმა ცდებმა აჩვენეს, რომ punctata-ს სიხშირე მატულობს თავკომბალების ზრდის ტემპერატურის აწევისას, იცვლება striata-ს სიხშირეც. საერთოდ, განვითარების პირობების ცვლა იწვევს ფენოტიპების თანაფარდობის მოდიფიკაციას.

ZOOLOGY

D. N. TARKHNISHVILI, R. G. MAMRADZE

MODIFICATION OF CAUCASIAN BROWN FROG'S PHENOTYPE UNDER THE INFLUENCE OF HIGH TEMPERATURE

Summary

Some features of frog phenotype (for example, striata and punctata) are known as simple hereditable ones. Laboratory experiments with *Rana macrocnemis* have shown that connection between striped and non-striped, spotted and non-spotted specimens is changed if the temperature of tadpole development increases.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Г. Ищенко. Динамический полиморфизм бурых лягушек фауны СССР. М., 1978.
2. Е. Л. Щупак, В. Г. Ищенко. В кн.: «Герпетологические исследования в Сибири и на Дальнем Востоке». Л., 1981, 128—132.
3. L. W. Browder *et al*. I. Heredity, 57, 2, 65—67.

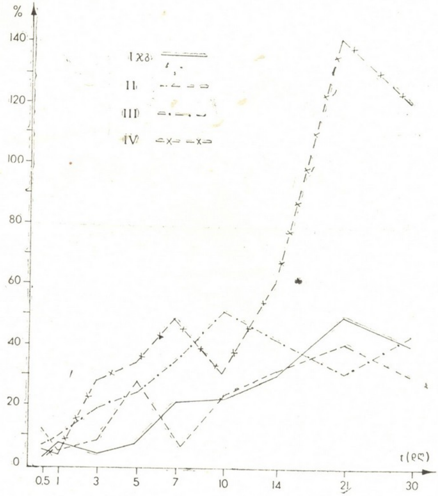
საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК 616.61.—089.87+007.61

დ. ჭავჭანიძე, გ. ხვადაგიანი, ნ. ამირიანი, დ. კანდელაკი,
ვ. სულხანიშვილი, ვ. ბახუტაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ლ. მანაგაძე

ალოგენური თირკმლის ჰომოგენატისა და პრეპარატ ლგ-1-ის მასტიმულირებელი გავლენა თირკმლების კომპენსატორულ ჰიპერტროფიაზე ექსპერიმენტში

ცალმხრივი ნეფრექტომიის შემდეგ დარჩენილ კონტრალატერალურ თირკმელში მიმდინარე პროცესები ცნობილია კომპენსატორული ჰიპერტროფიის სახელწოდებით, რომლის დროსაც ერთდროულად ხდება როგორც მისი ფუნქციური გააქტივება, ისე მასის მატება.

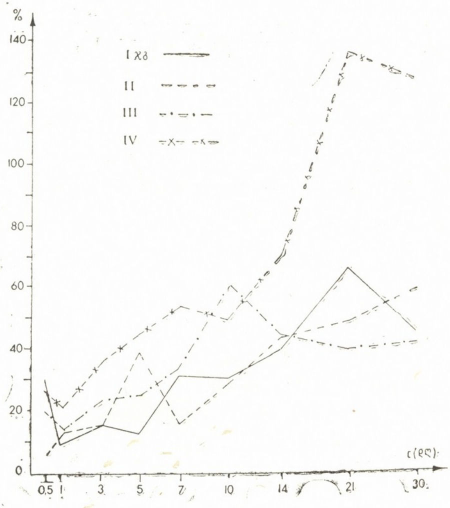


სურ. 1. თირკმლის სველი წონის პროცენტული მატება

ჰიპერტროფიის მიზეზად მიიჩნევენ ორგანიზმში არსებულ ჰიპოთეზურ, ე. წ. რენოტროპულ ფაქტორებს, რომლებიც არეგულირებენ თირკმლების ზრდას და აღნიშნავენ მათ შესაძლო არსებობას თირკმლის ექსტრაქტში, ნეფრექტომირებული ცხოველების შრატში და პლაზმაში [1,2].

ექსპერიმენტები ჩატარებულია „Wistar"-ის ჯიშის ორივე სქესის 255 ვირთაგვაზე, წონით 120—200 გ. ექსპერიმენტები გაყოფილ იქნა ოთხ ჯგუ-

ფად. პირველი ჯგუფი საკონტროლო იყო — ვაწარმოებდით მხოლოდ ცალმხრივ ნეფრექტომიას. მეორე ჯგუფში ნეფრექტომიისთანავე პერიტონეუმის ღრუში შეგვყავდა ზრდასრულ ცხოველთა თირკმლის ჰომოგენატი, მესამე ჯგუფში — ახალშობილთა თირკმლის ჰომოგენატი, ხოლო მეოთხე ჯგუფში — პრეპარატი ლბ-1.



სურ. 2. თირკმლის მშრალი წონის პროცენტული მატება

ნეფრექტომიას ვაკეთებდით ტრანსპერიტონეალურად, ეთერის ნარკოზის ქვეშ. ჰომოგენატისა და პრეპარატ ლბ-1-ის რაოდენობა ყველა ექსპერიმენტში სტანდარტიზებული იყო კოლორიმეტრულად ცილის შემცველობის მიხედვით და შეადგენდა 0,3 მლ-ს. ცხოველებს ვკლავდით ნეფრექტომიიდან 12 საათის, 1, 3, 5, 7, 10, 14, 21 და 30 დღის შემდეგ.

კომპენსატორული ჰიპერტროფიის შესაფასებლად ვსაზღვრავდით თირკმლის სველ და მშრალ წონას, სველი და მშრალი წონის პროცენტულ მატებას, მშრალი წონის შეფარდებას სველ წონასთან პროცენტებში, სველი და მშრალი წონის ჰიპერტროფიის ინდექსს (დარჩენილი თირკმლის სველი და მშრალი წონის შეფარდება ორივე თირკმლის საერთო სველ და მშრალ წონასთან ოპერაციამდე პროცენტებში).

ნეფრექტომიის შემდეგ დარჩენილ თირკმელს ვიკვლევდით მიკრომორფოლოგიურად. თირკმლის ანათლებში ვზომავდით გორგლების, პროქსიმალური და დისტალური მილაკების ეპითელური უჯრედების და ბირთვების ფართს.

ციფრებრივ მასალას ვამუშავებდით მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდით.

ჩატარებულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ საკონტროლო ჯგუფში ცალმხრივი ნეფრექტომიის შემდეგ დარჩენილი თირკმელი განიცდის კა-

ნონზომიერ ჰიპერტროფიას. ოპერაციის 12 საათიდან 21 დღემდე ინტერვალში კომპენსატორული ჰიპერტროფიის ყველა მაჩვენებელი სტატისტიკურად სარწმუნოდ მატულობს ($P \leqslant 0{,}001$, $P \leqslant 0{,}01$, $P \leqslant 0{,}05$). 30-ე დღეზე გამოვლინდა ყველა ამ მაჩვენებლის შემცირების ტენდენცია (სურ. 1, 2).

საკონტროლო ჯგუფში მიკრომორფოლოგიურად ჰიპერტროფიის პროცესი არათანაბრად არის გამოხატული, მაგრამ ნორმასთან შედარებით აღწევს მნიშვნელოვან ოდენობას. გორგლების მაქსიმალური გადიდება ნორმასთან შედარებით აღინიშნება 12 საათის შემდეგ, მოგვიანებით კი გამოვლინდება მისი თანდათანობით შემცირება. ჰიპერტროფია შესწავლილი პარამეტრების მიხედვით სტატისტიკურად იყო სარწმუნო ($P \leqslant 0{,}001$, $P \leqslant 0{,}002$).

მე-2 ჯგუფში ნეფრექტომიის შემდეგ უახლოეს ვადებში ჰიპერტროფიის ყველა მაჩვენებელი ჭარბობდა საკონტროლო ჯგუფის სათანადო მაჩვენებლებს. მე-5 დღეზე აღინიშნება მაქსიმალური სხვაობა ამ ორ ჯგუფს შორის გამოსაკვლევი სიდიდეების მიხედვით (სურ. 1, 2). მე-7-დან 30-ე დღემდე ინტერვალში საკონტროლო და მეორე ჯგუფს შორის არსებითი სხვაობა არ არის. მხოლოდ მშრალი წონის პროცენტული რაოდენობა და ჰიპერტროფიის ინდექსი მშრალი წონის მიხედვით განაგრძობს მატებას 30-ე დღემდე. მე-2 ჯგუფში ყველა შესწავლილი მაჩვენებლის ცვლილება სტატისტიკურად სარწმუნოა ($P \leqslant 0{,}05$, $P \leqslant 0{,}01$).

მე-3 ჯგუფში 12-საათიანი პერიოდიდან მე-10 დღემდე ჰიპერტროფიის ყველა მაჩვენებელი აღემატება 1 და მე-2 ჯგუფის სათანადო მაჩვენებელს. მე-10 დღეს სხვაობა აღწევს მაქსიმუმს (სურ. 1, 2). ამ პერიოდიდან დაწყებული მე-3 ჯგუფში ჰიპერტროფიის რიცხობრივი მაჩვენებლები უახლოვდება წინამდებარე ორი ჯგუფის მაჩვენებლებს, თუმცა ზოგიერთი მაჩვენებლის ცვლილება სტატისტიკურად არასარწმუნო იყო (ჰიპერტროფიის ინდექსი სველი და მშრალი წონის მიხედვით, სველი წონის პროცენტული მატება).

მე-4 ჯგუფში, სადაც კომპენსატორული ჰიპერტროფიის მასტიმულირებლად გამოყენებული იყო პრეპარატი ლბ-1, თირკმლის სველი და მშრალი წონის მატება, ჰიპერტროფიის ინდექსი სველი და მშრალი წონის მიხედვით 12 საათიდან მე-7 დღემდე ინტერვალში მეტია აღნიშნული სამივე ჯგუფის ამავე მაჩვენებელზე. დაწყებული მე-10 დღიდან მეოთხე ჯგუფში აღინიშნება ჰიპერტროფიის მაჩვენებლების მკვეთრი ზრდა და 21-ე დღეს აღწევს მნიშვნელოვან სხვაობას (სურ. 1, 2). რიცხობრივი მაჩვენებლებით ჰიპერტროფული თირკმლის სველი და მშრალი წონა აღემატება ორივე თირკმლის საერთო სველ და მშრალ წონას ოპერაციამდე. სველი წონა მატულობს 142,05%-ით, მშრალი წონა — 136,1%-ით. 30-ე დღეს აღინიშნება ამ მაჩვენებლების შემცირება, თუმცა ისინი აღემატება სხვა ჯგუფების იგივე მაჩვენებლებს. აღნიშნული ცვლილებები სტატისტიკურად სარწმუნოა ($P \leqslant 0{,}001$, $P \leqslant 0{,}01$).

მე-4 ჯგუფში მიკრომორფოლოგიურად გამოვლინდა გორგლების, კლაკნილი მილაკების ეპითელური უჯრედების და ბირთვების ფართის თანდათანობითი მატება. საკონტროლო ჯგუფისაგან განსხვავებით 12 საათის შემდეგ გორგლების ჰიპერტროფია მინიმალურია და მხოლოდ მოგვიანებით ხდება თანდათანობით სარწმუნო ($P \leqslant 0{,}05$) მატება. ამ ჯგუფში გამოვლინდა მნიშვნელოვანი ზრდა დისტალური და პროქსიმალური მილაკების სანათურისა. ცდის ყველა ვადაზე აღინიშნება თირკმლის სისხლძარღვების გაგანიერება და მკვეთრად გამოხატული ჰიპერემია, რითაც შეიძლება აიხსნას პრეპარატ ლბ-1-ის ზეგავლენით სველი და მშრალი წონის მომატება.

თირკმლის მშრალი წონის პროცენტული შეფარდება სველ წონასთან ცდების ოთხივე ჯგუფში თითქმის უცვლელია კვლევის ყველა ვადაზე, რაც

უარყოფს ფსევდოჰიპერტროფიას (ე. ი. უჯრედის ფართის მომატება გაჯირჯვების ხარჯზე) და მიუთითებს უჯრედების ციტოპლაზმურ ჰიპერტროფიაზე.

ზემოაღნიშნული კვლევის შედეგები საფუძველს გვაძლევს გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები: 1. ვირთაგვებში ცალმხრივი ნეფრექტომიის შემდეგ აღინიშნება დარჩენილი კონტრალატერალური თირკმლის კანონზომიერი ჰიპერტროფია. 2. ალოგენური თირკმლის ჰომოგენატი ასტიმულირებს დარჩენილი თირკმლის ჰიპერტროფიას ნეფრექტომიის შემდეგ ადრეულ ვადებში, განსაკუთრებით კი ახალშობილი ვირთაგვებისა. 3. პრეპარატ ლბ-1 თირკმლის ჰიპერტროფიის უფრო ძლიერი სტიმულატორია, ვიდრე ალოგენური თირკმლის ჰომოგენატი და განაპირობებს ნეფრექტომიის შემდეგ დარჩენილი თირკმლის მასის გაორმაგებას.

საქ. სსრ ჯანდაცვის სამინისტრო
ალ. წულუკიძის სახ. უროლოგიისა
და ნეფროლოგიის ს/კ ინსტიტუტი

(შემოვიდა 16.2.1989)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Д. Г. ЧАВЧАНИДЗЕ, Г. Г. ХВАДАГИАНИ, Н. Б. АМИРЯН, Д. Д. КАНДЕЛАКИ, В. А. СУЛХАНИШВИЛИ, В. И. БАХУТАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР), Л. Г. МАНАГАДЗЕ

СТИМУЛИРУЮЩЕЕ ВЛИЯНИЕ АЛЛОГЕННОГО ПОЧЕЧНОГО ГОМОГЕНАТА И ПРЕПАРАТА ЛБ-1 НА КОМПЕНСАТОРНУЮ ГИПЕРТРОФИЮ ПОЧЕК В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Резюме

Изучено стимулирующее влияние аллогенного почечного гомогената и препарата ЛБ-1 на компенсаторную гипертрофию почек после односторонней нефрэктомии у крыс.

Внутрибрюшинное введение аллогенного почечного гомогената стимулирует гипертрофию контралатеральной почки в течение первой недели после односторонней нефрэктомии. Препарат ЛБ-1 более сильно стимулирует гипертрофию почки, вызывая увеличение веса оставшейся почки, к концу 21-х суток больше суммарного веса обеих почек до операции (увеличение влажного веса почки — 142,05%, сухого веса — 136,1%).

EXPERIMENTAL MEDICINE

D. G. CHAVCHANIDZE, G. G. KHVADAGIANI, N. B. AMIRYAN, D. J. KANDELAKI, V. A. SULKHANISHVILI, V. I. BAKHUTASHVILI, L. G. MANAGADZE

THE STIMULATING EFFECT OF ALLOGENIC RENAL HOMOGENATE AND PREPARATION LB-1 ON RENAL COMPENSATORY HYPERTROPHY IN EXPERIMENT

Summary

The stimulating effect of allogenic renal homogenate and preparation LB-1 on renal compensatory hypertrophy following unilateral nephrectomy has been studied in rats. The investigations showed that intraperitoneal instillation of LB-1 stimulates renal hypertrophy more intensively than allogenic renal homogenate.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. G. Preuss *et al.* Yale J. Biol. Med. 51, 1978, 403—412.
2. S. E. Dicker, C. A. Morris. J. Physiol., 299, 1980, 13—27.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 135, № 2, 1989
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 135, № 2, 1989
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 135, № 2, 1989

УДК

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

О. Т. ТУМАНОВА

ТОПОНИМЫ В БОТАНИКЕ

(Представлено академиком Ш. В. Дзидзигури 8.11.1988)

В предисловии к недавно вышедшему в свет «Словарю прилагательных от географических названий» (автор — Е. А. Левашов) отмечается распространенность топонимов и оттопонимических прилагательных [1]. Однако среди упомянутых автором сфер их использования отсутствует ботаника, в то время как ее следовало бы выделить особо в этой связи как науку, по многим своим направлениям тесно соприкасающуюся с географией и, следовательно, с топонимикой.

Проблемы топонимики освещены в теоретических трудах А. В. Суперанской [2, 3], и, исходя из выдвинутых в них положений, в данной работе поставлена задача рассмотреть наиболее характерные и представляющие трудности для перевода и словообразования топонимы в основном из ботанической номенклатурной лексики и на основе их анализа дать рекомендации практического характера в части унификации топонимической лексики в ботанике.

Язык ботанической науки буквально «начинен» топонимами различных стран мира — древними и современными. В первую очередь латинские названия растений содержат в своем составе топонимы в форме оттопонимических прилагательных, и упомянутый словарь является хорошим подспорьем при их переводе на русский язык. Например: Robinia neo-mexicana — робиния нью-мексиканская, Genista aetnensis—дрок этнинский, Salix udensis—ива удинская, Cerasus yedoensis—вишня эдоская.

Особую группу составляют топонимы на -о, среди которых есть японские: Эдо (Иедо), Эдзо (Иедзо), Хоккайдо, Хондо, Токио, Киото. Прилагательные образуются от них различными способами: с отсечением конечного -о или с его сохранением. Возможна вариативность: киотский и киотоский. В вышеупомянутом словаре от Эдо приводится эдоский с примером, взятым из исторического повествования .В отличие от прилагательных токийский и киотский, эдоский образован по модели: неизмененная исходная форма + суффикс **-ск.** В названиях растений прилагательные от топонимов Эдо (Иедо), Эдзо (Иедзо) встречаются довольно часто, но их частотность в общелитературном русском языке ничтожно мала([1]. Исходя из примененной в словаре [1] модели, по аналогии с Эдо образованы прилагательные и от других однотипных топонимов: эдзоский (иедзоский), хондоский. Если бы такие прилагательные использовались широко, они, вероятно, получили бы иное выражение. В подтверждение можно указать на топоним Хуло([2] и прилагательное хулойский, Гонио и гонийский, широко распространенные среди русскоязычного населения Аджарской АССР. Образование прилагательных по вышеупомянутой

([1] Употребление ограничено специальными текстами.

([2] Не Хуло, как дается в словаре [1]. Вариант хуловский, приведенный в том же словаре, никогда не встречался ни в письменной, ни в устной речи.

модели — Эдо — эдоский — имеет целью не затемнять финаль исходного слова ввиду малой употребительности последнего. Для этой периферийной лексики оправдан принцип сохранения в процессе словопроизводства этимонов по возможности в нетрансформированном виде при открытой морфологической структуре, так же как в ботанической латыни при образовании прилагательных в принципе не допускается отсечение финалей (кроме латинских флексий и немого е) и используется определенное число словообразующих суффиксов, т. е. отмечается схематизм [2]. Эта тема более подробно освещается А. В. Суперанской в ее труде «Структура имени собственного» [3], где на с. 154 содержится следующее указание: «Прилагательные, образованные от нерусских топонимов, должны сохранять основы в неизменном виде», и далее: «Возрастающая тенденция агглютинативности — отсутствие взаимоприспособления морфем на их стыках характеризует вновь образованные прилагательные».

Хотя словообразование на латинском осуществляется строго по моделям, тем не менее перевод таких прилагательных на русский язык при отсутствии соответствующих словарей представляет трудности для ботаников. Например: Hymenophyllum tunbridgense — тонколистник тунбридгенский (должно быть танбриджский), Scrophularia ilvensis — норичник ильвенский [4] должно быть эльбинский), Erigeron bonariensis — мелколепестник бонарский (должно быть буэнос-айресский) — см. «Справочное пособие по систематике высших растений» [5].

Устарело прилагательное Batumensis, встречающееся в латинском названии Батумского ботанического сада — Hortus Botanicus Batumensis. Это название было дано саду в то время, когда Батуми назывался Батум. Появление финаля **и** потребовало его передачи в латинском прилагательном Batumiensis, в то время как в русском языке никаких изменений в данное оттопонимическое прилагательное не было внесено. Приведенный в словаре [1] второй вариант — батумийский — слово-однодневка, в то время как первый вариант — батумский находится в активе более ста лет, входя в ряд однотипных прилагательных — сухумский, тбилисский, кутаисский, телавский и имея, стало быть, некоторую лексическую независимость от топонима-источника.

Таким образом, можно выделить названия с соответствующими им актуализированными прилагательными и названия, не имеющие таковых в общелитературном русском языке. К последним можно отнести Элиманда, Никко, Оми и много других, от которых, однако, в специальных случаях, в частности в языке ботаников, должны быть образованы прилагательные. Это будут пробные варианты очень ограниченного использования. Иное дело, если названия войдут в активный словарь, тогда и прилагательные от них будут употребляться чаще, будут употребляться и варианты, из которых в дальнейшем какой-то станет нормой и вытеснит другой. Например, топоним Шри Ланка (Ланка), известный ранее в основном востоковедам как древнее название о. Цейлон, теперь широко употребляется в живой речи. Образование от данного топонима прилагательное утвердилось в форме шри-ланкийский.

В общелитературный словарь иногда проникают варианты, образованные от основы (топоним + иноязычный суффикс), к которой добавляется формант **-ский:** конголезский, тоголезский, паданский (лат. Padanus) от реки По (лат. Padus). Такой способ вполне оправдан в отношении топонима по виду его краткости.

В ботанической номенклатуре немало топонимов, транскрипция которых на латинский не всегда совпадает с русской транскрипцией.

Ввиду отсутствия топонимов в переводных словарях (за исключением самых известных названий), приходится использовать атласы на европейских языках (например, на английском) и на русском, ведя поиск референта сначала в зарубежном атласе, а затем в русском. Разумеется, переводчик не вправе изменять транскрипцию иностранного топонима, если даже он с ней не согласен, поскольку все топонимы, содержащиеся в атласах, стандартизированы.

Некоторые названия (сравнительно редкие) отсутствуют в современных русских атласах, например гора Оми. Данный ороним найден в дореволюционном атласе [6]. В латинской транскрипции — Omei ороним использован в названии Rosa omeiensis.

Переводы топонимов на русский язык требуется периодически проверять, поскольку в стандартизированные названия иногда вносятся изменения. Например, город в восточной части Китая, в Атласе Мира 1954 г. [7] называвшийся Моупин, сейчас изменен на Мупин [8]. Иногда встречаются топонимы, совсем неизвестные, отсутствующие в атласах. Можно было бы составить их перечень и предпринять поиск информации о них в других источниках.

Рассмотрев некоторые аспекты топонимической лексики в основном в составе названий растений и памятуя о том, что топонимы в ботанике используются не только в таксономии, но и в текстах по описательной ботанике, географии растений, в названиях ботанических садов, арборетумов, приходим к выводу о важности для ботаники (и не только ботаники) лексикологической работы в области топонимики.

«Словарь прилагательных от географических названий» облегчает только один этап в процессе перевода — словообразовательную часть. Назрела, вероятно, необходимость в переводе указателя Атласа Мира по крайней мере с английского языка и издания в виде англо-русского словаря топонимов.

Академия наук Грузинской ССР
Батумский ботанический сад

(Поступило 8.12.1988)

ენათმეცნიერება

ო. თუმანოვა

ტოპონიმები ბოტანიკაში

რეზიუმე

ანალიზდება ბოტანიკაში გამოყენებული ტოპონიმების ზოგიერთი ტიპი და მათი რუსული ექვივალენტები. განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა აღნიშნული ტოპონიმებიდან ზედსართავი სახელების წარმოქმნას. თეორიულ საფუძველზე მოცემულია რეკომენდაციები ტოპონიმების უნიფიკაციისათვის. დასაბუთებულია მოთხოვნილება უფრო სრულყოფილი ლექსიკოგრაფიულ ცნობარების გამოქვეყნებაზე.

LINGUISTICS

O. T. TUMANOVA

TOPONYMS IN BOTANY

Summary

Several types of toponyms used in botany, and their Russian equivalents are analysed. Special attention is given to the formation of adjectives from toponyms. Recommendations for the unification of the toponyms in question are given on the basis of the toponomastical theory.

A need for the publication of more comprehensive reference books on toponymy is substantiated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. А. Левашов. Словарь прилагательных от географических названий. М., 1986.
2. А. Б. Суперанская. Ударение в собственных именах в современном русском языке. М., 1966.
3. А. В. Суперанская. Структура имени собственного. Фонология и морфология. М., 1969.
4. Флора СССР, т.т. 1—30. Л., М.—Л., 1934—1964.
5. А. А. Федоров, М. Э. Кирпичников. Справочное пособие по систематике высших растений, вып. I. Сокращения, условные обозначения, географические названия. М.—Л., 1954.
6. Большой Всемирный настольный атлас Маркса. СПб., 1905.
7. Атлас Мира. М., 1954.
8. Атлас Мира. М., 1987.

ბ 104/144.

ფასი 1 მან. 90 კაპ.
ЦЕНА 1 РУБ. 90 КОП.

ИНДЕКС 76181