

1970



საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**მოაზა**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 58 ტომ

№ 1

აპრილი 1970 АПРЕЛЬ

თბილისი \* ТБИЛИСИ \* TBILISI

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**მოაზა**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

11311

გომი 58 TOM

1970

თბილისი \* TBILISI \* TBILISI

საქართველოს  
მეცნიერებათა  
აკადემიის  
ბიბლიოთეკა



ქართული ლაბარსებულისა 1940 წელს  
ЖУРНАЛ ОСНОВАН В 1940 ГОДУ

გამოდის თვეში ერთხელ  
ВЫХОДИТ ОДИН РАЗ В МЕСЯЦ

უამომცემლობა „მეცნიერება“  
Издательство „Мецниереба“

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**მოამბე**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 58 TOM

№ 1

აპრილი 1970 АПРЕЛЬ

ს ა რ ე დ ა კ ტ ო რ ო კ ო ლ ე გ ი ა

- ა. ბოჭორიშვილი, ბ. გამყრელიძე, დ. გედევანიშვილი, ი. გიგინეიშვილი (მთ. რედაქტორის მოადგილე), თ. დავითაია, რ. დვალი, ს. დურმიშიძე, ი. ვეკუა, ნ. კეცხოველი, ვ. კუბრაძე, ნ. ლანდია (მთ. რედაქტორის მოადგილე), ვ. მამასახლისოვი, ვ. მახალდანი, გ. მელიქიშვილი, ნ. მუსხელიშვილი, მ. საბაშვილი, გ. ციციშვილი, გ. წერეთელი, ე. ხარაძე (მთავარი რედაქტორი), ა. ჯანელიძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- А. Т. Бочоришвили, И. Н. Векуа, П. Д. Гамкрелидзе, Д. М. Гедеванишвили, И. М. Гигинейшвили (зам. главного редактора), Ф. Ф. Давитая, Р. Р. Двали, А. И. Джanelidze, С. В. Дурмишидзе, Н. Н. Кецохели, В. Д. Купрадзе, Н. А. Ландиа (зам. главного редактора), В. И. Мамасхалисов, В. В. Махалдани, Г. А. Меликишвили, Н. И. Мухелишвили, М. Н. Сабашвили, Е. К. Харадзе (главный редактор), Г. В. Церетели, Г. В. Цицишвили

პასუხისმგებელი მდივანი კ. აბჯანდაძე

Ответственный секретарь К. З. Абжандадзе

---

ზემოწერილი დასაბუქდად 7.5.1970; შუკვ. № 703; ანაწყოზის ზომა 7×12; ქალაქის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,4; უფ 01317; ტირაჟი 1650

\* \* \*

Подписано к печати 7.5.1970; зак. № 703; размер набора 7×12; размер бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный лист 22,4; УЭ 01317; тираж 1650

\* \* \*

გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, 60, კუტუზოვის ქ., 15  
Издательство «Мецниереба», Тбилиси, 60, ул. Кутузова, 15

\* \* \*

საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სტამბა, თბილისი 60, კუტუზოვის 15  
Типография Академии наук ГССР, Тбилиси, 60, ул. Кутузова, 15



### 3. ი. ლენინის დაბადების 100 წლისთავი

1970 წლის 22 აპრილს აღინიშნება მსოფლიოში პირველი სოციალისტური სახელმწიფოსა და საბჭოთა კავშირის კომუნისტური პარტიის დამაარსებლის, საერთაშორისო მუშათა კლასისა და ყველა მშრომელის ბელადის ვლადიმერ ილიას ძე ლენინის დაბადების 100 წლისთავი.

ამ დიდი ზეიმის დღეებში სიამაყის გრძნობით ვავლებთ თვალს სახელოვანი ბრძოლის იმ დიდ გზას, რომელიც ჩვენმა ქვეყანამ განვლო ლენინის პარტიის ხელმძღვანელობით.

სორცს ისხამს დიდი ლენინის იდეები. ჩვენ ავაშენეთ მსოფლიოში პირველი სოციალისტური სახელმწიფო, მოვახდინეთ გრანდიოზული რევოლუციური გარდაქმნები ჩვენი ქვეყნის ცხოვრების ყველა სფეროში.

საბჭოთა მეცნიერები ამაყობენ იმ წვლილით, რომელიც მათ შეიტანეს ჩვენი ქვეყნის წინსვლაში, თავდაცვისუნარიანობის განმტკიცებაში, მეცნიერებისა და კულტურის განვითარებაში. მეცნიერება ხალხის კუთვნილება გახდა.

ვ. ა. ლენინს, თვითონ დიდ მეცნიერს, ყველაზე მეტად ადამიანის გონების ძალა სწამდა. ცნობილია, რომ ასაღგაზრდა საბჭოთა ქვეყნისათვის მძიმე წლებში ლენინი იყო მეცნიერულ-ტექნიკურ სამუშაოთა გეგმების პირველი ავტორი. ვ. ი. ლენინმა საბჭოთა ხელისუფლების პირველ წლებში გამოაცხადა: „მეცნიერების, პროლეტარიატისა და ტექნიკის წარმომადგენლების კავშირის წინაშე ვერავითარი ბნელი ძალა ვერ გაძლებს“ (თხზ. ტ. 30, გვ. 484).

ლენინური იდეების სიმართლეს ასლა აშკარად ადასტურებს საბჭოთა ქვეყნის ცხოვრება, კომუნისტური მშენებლობის გამოცდილება. საბჭოთა მეცნიერებამ და ტექნიკამ უდიდეს წარმატებებს მიაღწია. მთელ მსოფლიოში აღიარებულია ჩვენი მათემატიკოსების, ფიზიკოსების, ქიმიკოსების, ფიზიოლოგების, საბუნებისმეტყველო და საზოგადოებრივ მეცნიერებათა წარმომადგენლების დიდი წარმატებები. საბჭოთა მეცნიერებამ ხელი შეუწყო მრეწველობის ახალი დარგების შექმნას, სახალხო მეურნეობის დარგების განვითარებასა და წინსვლას. მან უდიდესი წვლილი შეიტანა მსოფლიო მეცნიერების პროგრესში. საბჭოთა მეცნიერებამ პირველმა გაკვალა ატომური ენერჯის მშვიდობიანი მიზნით გამოყენების გზები, კაცობრიობის ისტორიაში მან პირველმა დაიწყო კოსმოსური ერა.

ჩვენ ქვეყანაში მუშაობს მთელი მსოფლიოს მეცნიერთა ერთი მეოთხედი. ეს იმას ნიშნავს, რომ საბჭოთა კავშირში მეცნიერების განვითარებას მტკიცე საფუძველი აქვს.





საქართველოში მეცნიერების განვითარება და აყვავება ნური ეროვნული პოლიტიკის დადასტურებაა. საბჭოთა ხელისუფლების წლებში ქართველმა ხალხმა ჩვენი ქვეყნის ხალხთა დიდ მშურ ოჯახში უდიდეს წარმატებებს მიაღწია სახალხო მეურნეობაში, მეცნიერებისა და კულტურის განვითარებაში. მეცნიერებათა აკადემიის დაარსება საქართველოში, რაც განხორციელდა 1941 წლის თებერვალში, უდიდესი ისტორიული მოვლენა იყო ქართველი ხალხის ისტორიაში. პარტიისა და მთავრობის მუდმივი მზრუნველობით იგი გახდა არა მარტო ქართული მეცნიერული აზრის ძირითადი კერა, არამედ საბჭოთა კავშირის ერთ-ერთი მსხვილი სამეცნიერო ცენტრიც. ქართველ მეცნიერთა გამოკვლევებს მეცნიერებისა და ტექნიკის სხვადასხვა დარგში მიენიჭა ლენინური, სახელმწიფო და საერთაშორისო პრემიები.

ლენინი გვასწავლიდა, რომ „მეცნიერების განვითარება ჩვენში არ უნდა იყოს მკვდარი წერტილი ან მოდური ფრაზა... რომ მეცნიერება მართლაც გამჭადარი უნდა იყოს სისხლსა და ხორცში“ (თხზ. ტ. 45, გვ. 39).

ამჟამად მთავარი ამოცანა, რომელიც ლენინის პარტიამ დაუსახა ჩვენ ქვეყანას, ისაა, რომ დაეაჩქაროთ მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესი, გავაუმჯობესოთ მეურნეობის მართვა, ყველაფერი ვიღონოთ, რათა მეცნიერების მიღწევები გამოვიყენოთ ახალი მანქანებისა და ხელსაწყოების, ახალი მასალებისა და ტექნიკური პროცესების სწრაფად დამუშავებისა და დანერგვისათვის.

პარტია და მთავრობა დაუცხრომლად ზრუნავენ მეცნიერების შემდგომი განვითარებისათვის. ახლა ყველა პირობაა შექმნილი მეცნიერთა ნაყოფიერი შემოქმედებითი მუშაობისათვის.

საბჭოთა მეცნიერები შთაგონებულნი არიან იმის შეგნებით, რომ მათი გამოკვლევები ემსახურება კომუნისმის დიად მშენებლობას, ადამიანის ცხოვრების გაუმჯობესების საქმეს.

ლენინის დაბადების 100 წლისთავის იუბილე გვავალებს მთელი შემოქმედებითი უნარი და გამოცდილება მოვანხაროთ მშრომელთა ინტერესებს, კომუნისმის დიად საქმეს.

ლენინის უკვდავი იდეებით შეიარაღებული ქართველი მეცნიერები კვლავაც პირნათლად შეასრულებენ თავიანთ მოვალეობას.



М. Г. ТХЕЛИДZE

О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДА ШВАРЦА К РЕШЕНИЮ  
 ОБОБЩЕННЫХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ  
 УРАВНЕНИЙ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО ТИПА

(Представлено академиком Н. П. Векуа 25.12.1969)

Пусть дана область  $D$  пространства  $R_n$ , образованная сложением двух областей  $D_1$  и  $D_2$  класса  $A^{(n', \lambda)}$  [1], ограниченных замкнутыми поверхностями  $S_1$  и  $S_2$ . Введем обозначения:  $S_1 = S'_1 + S''_1$ ,  $S_2 = S'_2 + S''_2$ ,  $S = S'_1 + S'_2$ , где  $S'_1, S'_2$  — те части границ областей  $D_1$  и  $D_2$ , которые лежат внутри областей  $D_2$  и  $D_1$  соответственно. Пересечение областей  $D_1$  и  $D_2$  обозначим через  $D'$ . Каждой точке поверхности  $S$  сопоставим такое направление  $l$ , что  $\cos(l, N) > 0$ , где  $N$  — внешняя нормаль к поверхности.

Рассмотрим задачу об интегрировании уравнения эллиптического типа

$$K[u] = \sum_{i, k=1}^n a_{ik}(x) \frac{\partial^2 u}{\partial x_i \partial x_k} + \sum_{k=1}^n b_k(x) \frac{\partial u}{\partial x_k} + c(x)u = 0 \quad (1)$$

в области  $D$  при краевом условии

$$\left[ \alpha \frac{du}{dl} + \beta u \right]_S = \varphi, \quad (2)$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  — постоянные, имеющие одинаковые знаки и не равные нулю одновременно; функция  $\varphi$  принадлежит классу  $L^{(2)}$ , а выполнение условия (2) понимаем в следующем смысле [1]: для почти всех  $x_0$  из  $S$  при  $x \rightarrow x_0$  вдоль прямой  $l$  существуют пределы

$$\lim_{x \rightarrow x_0} u(x), \quad \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{du}{dl}.$$

Будем считать, что условия разрешимости и единственности рассматриваемой задачи для отдельных областей  $D_1$  и  $D_2$  выполнены [1], и докажем возможность применения альтернирующего метода Шварца для получения решения и единственности в области  $D$ .

Примем за первое приближение к  $u(x)$  в  $D_1$  функцию  $v_1(x)$ , удовлетворяющую уравнению (1) в  $D_1$  и граничному условию

$$\alpha \frac{dv_1}{dl} + \beta v_1 = \begin{cases} \varphi & \text{на } S'_1, \\ \varphi_1 & \text{на } S''_1, \end{cases}$$

где  $\varphi_1$  — произвольная функция класса  $L^{(2)}$ . По найденной функции  $v_1(x)$  построим функцию  $w_1(x)$ , удовлетворяющую в  $D_2$  уравнению (1) и граничному условию

$$\alpha \frac{d\omega_1}{dl} + \beta \omega_1 = \begin{cases} \varphi \text{ на } S'_2, \\ \left[ \alpha \frac{d\omega_1}{dl} + \beta \omega_1 \right]_{S''_2} \text{ на } S''_2. \end{cases}$$

$k$ -е приближения  $v_h(x)$  и  $\omega_h(x)$  к  $u(x)$  в областях  $D_1$  и  $D_2$  мы определим как решения уравнения (1), удовлетворяющие граничным условиям

$$\alpha \frac{dv_h}{dl} + \beta v_h = \begin{cases} \varphi \text{ на } S'_1, \\ \left[ \alpha \frac{d\omega_{h-1}}{dl} + \beta \omega_{h-1} \right]_{S''_1} \text{ на } S''_1, \end{cases} \quad (3)$$

$$\alpha \frac{d\omega_h}{dl} + \beta \omega_h = \begin{cases} \varphi \text{ на } S'_2, \\ \left[ \alpha \frac{dv_h}{dl} + \beta v_h \right]_{S''_2} \text{ на } S''_2. \end{cases} \quad (4)$$

$k = 2, 3, \dots$

Таким образом, в каждой из областей  $D_1$  и  $D_2$  мы построили последовательности функций

$$\left. \begin{aligned} v_1(x), v_2(x), \dots, v_h(x), \dots \text{ в } D_1 \\ \omega_1(x), \omega_2(x), \dots, \omega_h(x), \dots \text{ в } D_2 \end{aligned} \right\}. \quad (5)$$

Введем еще некоторые определения.

Пусть эллиптический оператор  $K$  определен в области  $T \supset D$ . Предположим, что коэффициенты  $a_{ik}(x) \in C^{(2, \lambda)}$  в  $T$ ,  $b_h(x) \in C^{(1, \lambda)}$ , а  $c(x) \in C^{(0, \lambda)}$ . Пусть, кроме того,  $T_1$  есть другая замкнутая область для простоты класса  $A^{(2)}$ , причем  $D$  лежит внутри  $T_1$ . При таких предположениях уравнение  $k[u] = 0$  имеет, по крайней мере, одно фундаментальное решение— $G(x, y)$ , определенное в  $T_1$ . Мы будем считать его фиксированным.

Возьмем уравнение  $K[u] = f(x)$  и введем класс функций  $\Gamma^{(1)}$ , заданных в  $D$  и удовлетворяющих там следующим условиям:

а) функция  $u(x)$  принадлежит классу  $C^{(2)}$  в  $D$ , а функция  $\hat{f}(x)$  ограничена и принадлежит классу  $C^{(0, \lambda)}$  в  $D$ ;

б) для почти всех  $x_0$  из  $S$  при  $x \rightarrow x_0$  вдоль прямой  $l$  существуют суммируемые на  $S$  пределы

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow x_0} u(x) &= \psi(x_0), \\ \lim_{x \rightarrow x_0} \left[ \alpha \frac{du}{dl} + \beta u \right] &= \varphi(x_0); \end{aligned} \quad (6)$$

с) выполняется равенство

$$\begin{aligned} \theta \cdot u(x) = & - \int_D G(x, y) k[u(y)] dy + \int_S \left\{ \psi(y) G(x, y) - \right. \\ & \left. - \varphi(y) \left[ \alpha^{(\lambda)} \frac{dG(x, y)}{d\lambda} + (\beta - b - b') G(x, y) \right] \right\} d_y \sigma, \end{aligned} \quad (7)$$

где

$$\theta = 1 \text{ для } x \in D \text{ и } \theta = 0 \text{ для } x \in T_1 - D.$$

Обозначим через  $\Gamma^{(2)}$  подкласс класса  $\Gamma^{(1)}$ , состоящий из всех функций  $u(x)$ , для которых  $\varphi, \psi \in L^{(2)}$ , через  $\Gamma^{(0)}$ —подкласс класса  $\Gamma^{(1)}$ , состоящий из функций, для которых  $\varphi, \psi \in C^{(0)}$ , а соотношение (6) выполняется всюду на  $S$ .

Данный класс функций введен в [1] для случая, когда  $l$  совпадает с конормалью  $\nu$ .

По определению получим  $v_k(x), w_k(x) \in \Gamma^{(2)}$   $k = 1, 2, \dots$

Из результатов, изложенных в [1] (стр. 108—131), вытекает равномерная сходимость последовательностей (5) в соответствующих областях и сходимость в среднем предельных значений. Но, как известно [2], из этих последовательностей можно выделить подпоследовательности  $\{v_{k_m}\}$  и  $\{w_{k_m}\}$ , сходящиеся почти всюду на границе к предельным значениям  $v(x)$  и  $w(x)$ . Легко установить, что функции  $v(x)$  и  $w(x)$  тоже принадлежат классу  $\Gamma^{(2)}$ .

Теперь покажем, что  $v(x) \equiv w(x)$  в  $D'$ . На  $S_1''$  и  $S_2''$  функции  $v_{k_m}$  и  $w_{k_m}$  связаны соотношениями

$$\left[ \alpha \frac{dv_{k_m}}{dl} + \beta v_{k_m} \right]_{S_1''} = \left[ \alpha \frac{dw_{k_m-1}}{dl} + \beta w_{k_m-1} \right]_{S_1''}$$

и

$$\left[ \alpha \frac{dv_{k_m}}{dl} + \beta v_{k_m} \right]_{S_2''} = \left[ \alpha \frac{dw_{k_m}}{dl} + \beta w_{k_m} \right]_{S_2''}.$$

Если в этих равенствах перейти к пределу при  $m \rightarrow \infty$ , то  $v(x)$  и  $w(x)$  имеют одинаковые значения на  $S_1''$  и  $S_2''$ . Из теоремы единственности решения поставленной задачи следует, что в  $D'$   $v(x) \equiv w(x)$ .

Академия наук Грузинской ССР  
Вычислительный центр

(Поступило 26.12.1969)

მათემატიკა

მ. თხილქიძე

შვარცის მეთოდის გამოყენების შესახებ ელიფსური ტიპის  
დიფერენციალური განტოლებების განზოგადებული სასაზღვრო  
ამოცანებისათვის

რეზიუმე

ნაჩვენებია შვარცის მეთოდის გამოყენების შესაძლებლობა ელიფსური ტიპის დიფერენციალური განტოლების განზოგადებული სასაზღვრო ამოცანებისათვის. დამტკიცებულია დასმული ამოცანის ერთადერთი ამონახსნის არსებობა და აგებულია შესაბამისი ალგორითმი.

M. G. TKHELIDZE

ON THE USE OF THE SCHWARZ METHOD IN SOLVING  
GENERALIZED BOUNDARY VALUE PROBLEMS OF ELLYPTIC-TYPE  
DIFFERENTIAL EQUATIONS

## Summary

The possibility of using the Schwarz method for the solution of generalized boundary value problems of ellyptic-type differential equations is shown. The existence of the unique solution of the given problem is proved and the corresponding algorithm is built.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. Миранда. Уравнение с частными производными эллиптического типа, М., 1957.
2. В. И. Смирнов. Курс высшей математики, т. 5, 1947.





К. О. ДЖАПАРИДЗЕ

### ОБ АСИМПТОТИЧЕСКИХ ОЦЕНКАХ МАКСИМАЛЬНОГО ПРАВДОПОДОБИЯ ПАРАМЕТРОВ СПЕКТРА ГАУССОВСКОГО СТАЦИОНАРНОГО ПРОЦЕССА С РАЦИОНАЛЬНОЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТЬЮ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 26.12.1969)

1. Одной из основных задач статистических выводов о стационарных процессах является оценка ковариационной функции  $B(\tau)$  стационарного процесса  $X(t, \omega)$  или спектральной плотности

$$\hat{f}(\lambda) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-i\lambda\tau} B(\tau) d\tau$$

(или же каких-то параметров, входящих в заданные выражения для  $B(\tau)$  или  $\hat{f}(\lambda)$ ), по конечному отрезку одной ее реализации  $x(t) = X(t, \omega_0)$ ,  $0 \leq t \leq T$ . Множество работ посвящено непараметрическим задачам оценок функций  $B(\tau)$  или  $\hat{f}(\lambda)$ . Чаще всего для оценки  $\hat{f}(\lambda)$

используется статистика вида 
$$\hat{f}^*(\lambda_0) = \int_{-\infty}^{\infty} H(\lambda - \lambda_0) I_T(\lambda) d\lambda,$$

где  $H(\lambda - \lambda_0)$  — некоторая функция, имеющая пик вблизи точки  $\lambda =$

$= \lambda_0$ , а 
$$I_T(\lambda) = \frac{1}{2\pi T} \left| \int_0^T x(t) e^{i\lambda t} dt \right|^2$$

— периодограмма процесса  $X(t)$ . Однако, как правило, эмпирические значения  $\hat{f}^*(\lambda)$  спектральной плотности  $\hat{f}(\lambda)$  оказываются достаточно сложно зависящими от круговой частоты  $\lambda$  и непосредственно использовать эти данные при решении конкретных задач, относящихся к процессу  $X(t)$ , почти никогда не удается. Поэтому во всех случаях, когда статистические характеристики процесса  $X(t)$  определяются в связи с необходимостью дать какие-то дальнейшие рекомендации, полученные

значения  $\hat{f}^*(\lambda)$  (или  $B^*(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{i\lambda\tau} \hat{f}^*(\lambda) d\lambda$ ) обязательно „сглаживают-

ся“, т. е. аппроксимируются значениями некоторой достаточно простой функции от  $\lambda$  или  $t$ , в дальнейшем играющей роль истинной спектральной или ковариационной функции. Иначе говоря, на практике, чаще всего допускается, что спектральная плотность  $\hat{f}(\lambda)$  зависит от конечного числа неизвестных параметров, после чего решаемая статистическая задача сводится к более традиционной для математической статистики задаче оценки значений этих параметров. При этом класс используемых спектральных плотностей почти полностью исчерпывается классом рациональных функции, поскольку процессы с рациональными спектральными плотностями обладают особенно простыми статистическими свойствами и лучше всего изучены.



2. Ограничимся рассмотрением гауссовского стационарного процесса  $X(t)$  (т. е. процесса, которому при любом  $T > 0$  отвечает гауссовская мера  $P^{(T)}$  в пространстве функций на отрезке  $[0, T]$ ) с нулевым математическим ожиданием и спектральной плотностью вида

$$f(\lambda) = \frac{K}{2\pi} \frac{|Q_m(i\lambda)|^2}{|P_n(i\lambda)|^2} > 0, \quad (1)$$

$$\text{где } P_n(z) = \sum_{k=0}^{n-1} a_k z^k + z^n, \quad Q_m(z) = \sum_{j=0}^{m-1} b_j z^j + z^m, \quad n > m \quad (2)$$

—многочлены, имеющие отрицательные действительные части.

В случае, когда мерам  $P^{(T)}$  и  $P_0^{(T)}$  отвечают гауссовские процессы со спектральными плотностями  $f(\lambda)$  и  $f_0(\lambda)$  вида (1) — (2) и выполняется условие эквивалентности мер  $K=K'$  и  $n-m=n'-m'$ , где  $K'$ ,  $n'$ ,  $m'$  — параметры спектральной плотности  $f_0(\lambda)$ , можно получить явное выражение для производной Радона—Никодима  $p_T = dP^{(T)}/dP_0^{(T)}$  (см., например, [1]) позволяющее, по крайней мере в принципе, построить оценки максимального правдоподобия для параметров  $a_0, \dots, a_{n-1}, b_0, \dots, b_{m-1}$ . Однако для того чтобы получить более простые оценки, асимптотически эквивалентные оценкам максимального правдоподобия, можно воспользоваться асимптотическим выражением для логарифма производной Радона — Никодима:

$$\log p_T = \frac{T}{4\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \left[ \log \frac{f_0(\lambda)}{f(\lambda)} + (f_0^{-1}(\lambda) - f^{-1}(\lambda)) I_T(\lambda) \right] d\lambda + \eta_T^- = U_T + \eta_T, \quad (3)$$

где  $\eta_T$  представляет собой случайную величину, такую, что  $E\eta_T^2 < C < \infty$ , где  $C$  не зависит от  $T$ .

Несколько более обобщим задачу, считая неизвестными не сами коэффициенты  $a_0, \dots, a_{n-1}, b_0, \dots, b_{m-1}$  многочленов  $Q_m(z)$  и  $P_n(z)$ , а некоторые параметры  $\theta_1, \dots, \theta_p$ ,  $p \leq n + m$ , от которых зависят все эти коэффициенты. Что касается параметра  $K$ , то его естественно считать известным, так как в силу теоремы Бэкстера [2] при любом  $T$  его точное значение можно определить с вероятностью 1 по известным значениям  $x(t)$  при  $0 \leq t \leq T$ . Тогда теорема из работы [3] обобщается следующим образом.

**Теорема. а)** Пусть областью изменения параметра  $\theta = (\theta_1, \dots, \theta_p)$  является ограниченное замкнутое множество  $\Theta$ , содержащееся в открытом множестве  $S$   $p$ -мерного евклидова пространства. Предположим, что спектральная плотность  $f(\lambda, \theta)$  вида (1) — (2) удовлетворяет следующим условиям:  $\frac{\partial}{\partial \theta_k} f(\lambda, \theta)$  — непрерывные функции  $\theta$  при  $\theta \in S$  и  $k=1, \dots, p$ ;  $f(\lambda, \theta_1) \neq f(\lambda, \theta_2)$  для почти всех  $\lambda$  при  $\theta_1 \neq \theta_2$ ,  $\theta_1, \theta_2 \in \Theta$ . Тогда существует решение  $\hat{\theta} = (\hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_p)$  системы уравнений  $\frac{\partial}{\partial \theta_k} U_T = 0$ ,  $k=1, \dots, p$ , являющееся состоятельной оценкой параметра  $\theta$ .

**б)** Пусть теперь существуют  $\frac{\partial}{\partial \theta_k} f(\lambda)$ ,  $\frac{\partial^2}{\partial \theta_k \partial \theta_j} f(\lambda)$ ,  $\frac{\partial^3}{\partial \theta_k \partial \theta_j \partial \theta_i} f(\lambda)$  при всех  $i, j, k=1, \dots, p$  и  $\hat{\theta} \in \Theta$ , причем функции  $\frac{\partial^3}{\partial \theta_k \partial \theta_j \partial \theta_i} f(\lambda)$  непрерывны вблизи  $\hat{\theta}_0$ , где  $\hat{\theta}_0$  — истинное значение параметра  $\theta$ ; матрица

$$J = \left\| \frac{1}{4\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \left( \frac{\partial}{\partial \theta_k} \log f(\lambda) \frac{\partial}{\partial \theta_j} \log f(\lambda) \right)_{\theta = \theta_0} d\lambda \right\|_{k,j=1, \dots, p} \quad \text{не вырождена.}$$

Тогда вектор  $\sqrt{T}(\hat{\theta} - \theta_0)$  распределен асимптотически нормально с математическим ожиданием 0 и ковариационной матрицей  $J^{-1}$ . Кроме того, оценка  $\hat{\theta}$  асимптотически эффективна.

3. Интересно отметить, что те же оценки  $\hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_p$  можно получить с помощью классического метода наименьших квадратов. Известно, что гауссовский стационарный процесс  $X(t)$  с рациональной спектральной плотностью вида (1) — (2) формально удовлетворяет дифференциальному уравнению вида

$$X^{(n)}(t) + \sum_{k=0}^{n-1} a_k X^{(k)}(t) = \varepsilon^{(m)}(t) + \sum_{j=0}^{m-1} b_j \varepsilon^{(j)}(t),$$

где  $\varepsilon(t)$  — «белый шум» интенсивности  $K$ , т. е. обобщенный гауссовский стационарный процесс с ковариационной функцией  $E\varepsilon(t)\varepsilon(s) = K\delta(t-s)$ . Решение этого дифференциального уравнения относительно  $\varepsilon(t)$  можно

представить в виде 
$$\varepsilon(t) = \int_{-\infty}^t \varphi(t-s) X(s) ds,$$

где 
$$\varphi(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{P_n(i\lambda)}{Q_m(i\lambda)} e^{-i\lambda\tau} d\lambda.$$

Однако, так как процесс  $X(t)$  наблюдается лишь на конечном интервале  $0 \leq t \leq T$ , приходится рассматривать преобразование вида

$$\varepsilon_1(t) = \int_0^t \varphi(t-s) X(s) ds,$$

которое переводит  $X(t)$  в нестационарный обобщенный процесс  $\varepsilon_1(t)$ , близкий к «белому шуму»  $\varepsilon(t)$  на основной части интервала  $[0, T]$ , если только  $T$  достаточно велико. Аналогично классическому методу наименьших квадратов, мы должны приравнять минимуму «сумму квадратов помех»

$$\int_0^T \varepsilon_1^2(t) dt. \quad \text{Фактически такую рекомендацию осуществ-$$

ить не удастся, так как  $\varepsilon_1(t)$  — обобщенный процесс. Если, однако, мы воспользуемся разложением

$$\frac{P_n(i\lambda)}{Q_m(i\lambda)} = (i\lambda)^{n-m} + \sum_{k=0}^{n-m-1} g_k (i\lambda)^k + G(i\lambda),$$

где 
$$\int_{-\infty}^{\infty} |G(i\lambda)|^2 d\lambda < \infty,$$

то получим

$$\varepsilon_1(t) = X^{(n-m)}(t) + \sum_{k=0}^{n-m-1} g_k X^{(k)}(t) + \int_0^t g(\tau) X(t-\tau) d\tau, \quad \text{где}$$

$$g(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-i\lambda\tau} G(i\lambda) d\lambda.$$

Несобственным процессом здесь является лишь первое слагаемое  $X^{(n-m)}(t)$ , но оно не содержит зависящих от  $\theta$  коэффициентов, т. е.

его квадрат выпадает при дифференцировании  $\int_0^T \xi_1^2(t) dt$  (требуемся

для нахождения минимума). Учитывая [2], что

$$\int_0^T X^{(n-m)}(t) X^{(n-m-1)}(t) dt = -\frac{KT}{2}$$

и производя интегрирования по частям, отбрасывая слагаемые меньшего порядка малости, можно показать, что

$$\frac{1}{2K} \frac{\partial}{\partial \theta_k} \int_0^T \xi_1^2(t) dt \simeq -\frac{\partial}{\partial \theta_k} U_T, \quad k = 1, \dots, p.$$

Следовательно, оценки, получаемые вышеописанным методом наименьших квадратов, будут асимптотически эквивалентны оценкам максимального правдоподобия.

Тбилисский государственный университет  
 Институт прикладной математики

(Поступило 26.12.1969)

მათემატიკა

კ. ჯაპარიძე

რაციონალური სპექტრული სიმკვრივის მქონე სტაციონარული  
 გაუსის პროცესის სპექტრის პარამეტრთა მაქსიმალური  
 დასაჯერობის ასიმპტოტური შეფასებების შესახებ

რეზიუმე

განხილულია სპექტრის უცნობ პარამეტრთა შეფასების ამოცანა რაციონალური სპექტრული სიმკვრივის მქონე უწყვეტდროიანი გაუსის სტაციონარული პროცესისათვის. ნაჩვენებია, რომ ასეთი პროცესისათვის შესაძლოა მიღებულ იქნეს მაქსიმალური დასაჯერობის ასიმპტოტური შეფასებანი.

MATHEMATICS

K. O. JAPARIDZE

ON ASYMPTOTICAL MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATES OF  
 SPECTRUM PARAMETERS OF STATIONARY GAUSSIAN PROCESS  
 WITH RATIONAL SPECTRAL DENSITY

Summary

Asymptotic maximum likelihood equations are constructed for obtaining spectrum parameter estimates for continuous time parameter stationary Gaussian process with rational spectral density.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Ф. Писаренко. Теория вероят. и ее применение, X, № 2, 1965.
2. G. Baxter. Proc. Amer. Math. Soc., 7, 1956.
3. К. О. Джапаридзе. Сообщения АН ГССР, 56, № 1, 1969.



Дж. В. КАПАНАДЗЕ

ПОТЕНЦИАЛЫ ГРИНА И НЕОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ АДДИТИВНЫЕ  
 ФУНКЦИОНАЛЫ ОТ МНОГОМЕРНОГО ДИФFUЗИОННОГО  
 ПРОЦЕССА

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 28.1.1970)

Пусть  $R^3$ —трехмерное евклидово пространство. Рассмотрим дифференциальный оператор

$$Lu = \sum_{i,k=1}^3 a_{ik}(x) \frac{d^2u}{dx_i dx_k} + \sum_{i=1}^3 b_i(x) \frac{du}{dx_i}. \quad (1)$$

$X = (x_i, +\infty, P_\alpha, M_i)$ —диффузионный процесс, соответствующий оператору  $L$  [1]. Мы предполагаем:

- 1)  $a_{ik}(x), b_i(x)$  ограничены, и выполняется условие Липшица.
- 2) существует такая постоянная  $\gamma > 0$ , что

$$\sum_{i,k=1}^3 a_{ik}(x) \lambda_i \lambda_k \geq \gamma \sum_{i=1}^3 \lambda_i^2.$$

Тогда, как известно, существует функция Грина  $G(x, y)$  оператора  $L$  [1]

$$\text{и } G(x, y) = \int_0^\infty p_t(x, y) dt,$$

где  $p_t(x, y)$ —переходная плотность процесса  $X$ .

Выражение

$$U^\mu(x) = \int_{R^3} G(x, y) d\mu(y) \quad (2)$$

представляет потенциал Грина [1, 2] неотрицательной финитной меры  $\mu$ , определенной на классе  $B$  всех борелевских множеств пространства  $R^3$ .

Докажем некоторые свойства для  $U^\mu(x)$ . Мы будем рассматривать только финитные меры.

Лемма 1. Лкбой потенциал  $U^\mu(x)$  абсолютно непрерывен на почти всех прямых, параллельных осям  $Ox_i$  ( $i = 1, 2, 3$ ). При этом почти всюду по мере Лебега

$$\frac{\partial U^\mu(x)}{\partial x_i} = \int_{R^3} \frac{\partial G(x, y)}{\partial x_i} d\mu(y). \quad (3)$$

Доказательство. Как известно [1],

$$p_t(x, y) \leq Nt^{-3/2} \exp\left[-\frac{\alpha|y-x|}{t}\right].$$



$$\frac{\partial p_t(x, y)}{\partial x_i} \leq N t^{-2} \exp \left[ -\frac{\alpha |y-x|}{t} \right]. \quad (4)$$

Теперь лемма 1 доказывается точно так же, как лемма 1,6 [3]:  
Выражение

$$I(\mu) = \|\mu\|^2 = \int U^\mu(x) d\mu(x) \quad (5)$$

называется энергией меры [3, 4]. Справедлива

Лемма 2. Если  $I(\mu) < \infty$ , тогда

$$\int (\text{grad } U^\mu(y))^2 dy < \infty. \quad (6)$$

Доказательство. Применив оценки (4) и следующую оценку: для любого компакта  $k$  существуют [3] такие положительные постоянные  $c_1(k)$ ,  $c_2(k)$ , что

$$\frac{c_1(k)}{|x-y|} \leq G(x, y) \leq \frac{c_2(k)}{|x-y|}, \quad (7)$$

получим

$$\int_{\mathbb{R}^3} \left( \frac{\partial U^\mu(x)}{\partial x_i} \right)^2 dx \leq N_1 \int \left( \int \frac{d\mu(y)}{|x-y|^2} \right)^2 dx \leq N_2 \iint \frac{d\mu(y) d\mu(x)}{|x-y|} \leq \frac{N_2}{c_1(k)} I(\mu).$$

Лемма доказана.

Пусть  $I(\mu) < \infty$ . Нетрудно доказать, что

$$I(\mu) = \int U^\mu(x) d\mu(x) = \int \left( \sum_{i,k} a_{ik}(x) \frac{\partial U^\mu(x)}{\partial x_i} \frac{\partial U^\mu(x)}{\partial x_k} + U^\mu(x) \sum_i e_i(x) \frac{\partial U^\mu(x)}{\partial x_i} \right) dx, \quad (8)$$

где

$$e_i(x) = b_i(x) - \sum_k \frac{\partial a_{ik}}{\partial x_k} + \sum_i a_{ik}.$$

В самом деле, если  $U^\mu(x)$ —дважды непрерывно дифференцируемая функция, тогда равенство (8) вытекает из (6,2) [2] (мы предполагаем, что  $a_{ik}(x)$  и  $b_i(x)$  достаточно гладкие функции), в противном случае применяем преобразование

$$T_t U^\mu(x) = \int_{\mathbb{R}^3} p_t(x, y) U^\mu(y) dy \uparrow U^\mu(x) \quad \text{при } t \downarrow 0.$$

Если оператор  $L$  самосопряженный [2], тогда  $(a_{ik}, b_i)$ —постоянные

$$I(\mu) = \|\mu\|^2 = \int \left( \sum a_{ik}(x) \frac{\partial U^\mu(x)}{\partial x_i} \frac{\partial U^\mu(x)}{\partial x_k} \right) dx. \quad (9)$$

Пусть  $X$ —диффузионный процесс, задаваемый стохастическими уравнениями [5—7]

$$x_i^t - x_i^s = \int_s^t b_i(x_u) du + \sum_{j=1}^3 \int_s^t \sigma_j^i(x_u) dz_{ij}^t, \quad i = 1, 2, 3.$$

где

$$a_{ik}(x) = \frac{1}{2} \sum \sigma_i^j(x) \sigma_i^k(x).$$

Тогда формулу (9) можно написать следующим образом [5]:

$$I(\mu) = \int_{R^3} (\bar{\psi} U^\mu(x))^2 dx, \quad (10)$$

где вектор

$$\begin{aligned} \bar{\psi} U^\mu(x) &= (\psi_1 U^\mu(x), \psi_2 U^\mu(x), \psi_3 U^\mu(x)), \\ \psi_j U^\mu(x) &= \sum_{i=1}^3 \sigma_i^j(x) \frac{\partial U^\mu(x)}{\partial x_i} \quad j = 1, 2, 3. \end{aligned}$$

Формула (10) представляет обобщение формулы Эванса [3]. При  $L = \Delta$  ( $\Delta$ —оператор Лапласа) получается формула Эванса.

Пусть потенциал  $U^\mu(x)$  ограничен, тогда соответствующий неотрицательный аддитивный непрерывный справа функционал  $\varphi_i^s(\mu)$  можно представить следующим образом [5]:

$$\varphi_i^s(\mu) = U^\mu(x_s) - U^\mu(x_t) + \int_s^t \bar{\psi} U^\mu(x_u) d\zeta_u \quad 0 \leq s \leq t \leq \infty. \quad (11)$$

Введем следующее [1]

О п р е д е л е н и е. Финитная мера  $\mu$  называется  $W$ -мерой, если

$$\sup_{x \in R^3} U^\mu(x) < \infty.$$

Имеет место следующая

Т е о р е м а. Пусть  $\mu_n$ —равномерно финитные  $W$ -меры, а  $\mu$ —финитная  $W$ -мера. Функционал  $\varphi_i^s(\mu_n)$  сходится к  $\varphi_i^s(\mu)$  в среднем квадратическом, т. е.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} M_x |\varphi_i^s(\mu_n) - \varphi_i^s(\mu)|^2 = 0 \quad 0 \leq s \leq t \leq \infty$$

тогда и только тогда, когда

$$I) \lim_{n \rightarrow \infty} U^{\nu_n}(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} \int G(x, y) d\nu_n(y) = 0,$$

$$II) \lim \int G(x, y) (\bar{\psi} U^{\nu_n}(y))^2 dy = 0,$$

$$где \quad \nu_n = \mu_n - \mu.$$

Доказательство достаточности. Пусть выполняется I и II, тогда из (11) вытекает

$$M_x |\varphi_i^s(\mu_n) - \varphi_i^s(\mu)|^2 \leq 3 M_x |U^{\nu_n}(x_s) - U^\mu(x_s)|^2 + 3 M_x |U^\mu(x_t) - U^\mu(x_t)|^2 + 3 \int G(x, y) (\bar{\psi} U^{\nu_n}(y))^2 dy \rightarrow 0$$

при  $n \rightarrow \infty$ ,  $0 \leq s \leq t \leq \infty$ .

Доказательство необходимости. Пусть

$$\lim_{n \rightarrow \infty} M_x |\varphi_i^s(\mu) - \varphi_i^s(\mu_n)|^2 = 0 \quad 0 \leq s \leq t \leq \infty.$$

Отсюда вытекает, что

$$\lim_{n \rightarrow \infty} U^{\mu_n}(x) = U^\mu(x).$$

Из (II) получим

$$\int_{R^3} k'_0(x, y) (\psi U^{v_n}(y))^2 dy \leq 3 M_x (\varphi'_l(\mu_n) - \varphi'_l(\mu))^2 +$$

$$+ 3 [U^{\mu_n}(x) - U^\mu(x)]^2 + 3 M_x [U^{\mu_n}(x_l) - U^\mu(x_l)]^2 \rightarrow 0 \text{ при } n \rightarrow \infty.$$

Теперь нетрудно доказать, что

$$\int_{R^3} G(x, y) (\bar{\psi} U^{v_n}(y))^2 dy \rightarrow 0 \text{ при } n \rightarrow \infty.$$

Теорема доказана.

З а м е ч а н и е. Легко показать, что из (II) вытекает слабая сходимость мер в естественной топологии [1, 8]. Кроме того, нетрудно построить последовательность  $\gamma_n$  таких  $W$ -мер, что  $\gamma_n$  слабо сходятся в естественной топологии к  $W$ -мере  $\gamma$ , а функционалы  $\varphi'_l(\gamma_n)$  не сходятся к  $\varphi'_l(\gamma)$  даже по вероятности. Все результаты справедливы для  $R^m$  ( $m \geq 3$ ) с некоторыми изменениями.

Академия наук Грузинской ССР

Вычислительный центр

(Поступило 29.1.1970)

მათემატიკა

ჯ. კაპანაძე

გრინის პოტენცილები და არაუარყოფითი ადითიური ფუნქციონალები მრავალზომიერობიანი დიფუზიური პროცესიდან

რეზიუმე

დამტკიცებულია გრინის პოტენციალთა ზოგიერთი თვისება და განზოგადებულია უწყვეტობის თეორემა ზომებსა და ფუნქციონალებს შორის დიფუზური პროცესებისათვის.

MATHEMATICS

J. V. KAPANADZE

## GREEN'S POTENTIALS AND NON-NEGATIVE ADDITIVE FUNCTIONALS OF A MULTIDIMENSIONAL DIFFUSION PROCESS

Summary

Some properties of Green's potentials are proved and the continuity theorem of measures and functionals for diffusion processes are generalized.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. Б. Дынкин. Марковские процессы. М., 1963.
2. К. Миранда. Уравнения с частными производными эллиптического типа. М., 1957.
3. Н. С. Ландкоф. Основы современной теории потенциала. М., 1966.
4. G. Tautz. Mathematische Nachrichten, В. 2, 5, 1949.
5. А. Д. Вентцель. Аддитивные функционалы от диффузионного процесса. Автореферат, 1963.
6. И. И. Гихман, А. В. Скороход. Стохастические дифференциальные уравнения. Киев, 1968.
7. М. И. Френдлин. Изв. АН СССР, серия матем., т. 26, № 5, 1962, 653—676.
8. Е. Б. Дынкин. ДАН СССР, т. 127, № 1, 1959.

А. Р. ЦИЦКИШВИЛИ

ОБ ЭФФЕКТИВНОМ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ СОПРЯЖЕНИЯ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 27.1.1970)

§ 1. Рассмотрим задачу сопряжения для двух отдельно лежащих дуг  $l(a_1, b_1)$ ,  $l(a_2, b_2)$ . Наряду с этой задачей, рассмотрим задачу сопряжения, когда число точек разрыва сводится к трем. Доказано [1—4], что нахождение канонических матриц  $\chi_{01}(z)$ ,  $\chi_0(z)$  для вышеставленных задач сводится соответственно к решению систем уравнений:

$$\frac{d\chi_{01}(z)}{dz} = \chi_{01}(z) \left[ u_1 g \left( \begin{matrix} b_1 \\ a_1 \end{matrix} \middle| z \right) + u_2 g \left( \begin{matrix} b_2 \\ a_2 \end{matrix} \middle| z \right) \right], \quad (1)$$

$$\frac{d\chi_0(z)}{dz} = \chi_0(z) \left[ u_1 g \left( \begin{matrix} a_2 \\ a_1 \end{matrix} \middle| z \right) + u_2 g \left( \begin{matrix} a_3 \\ a_2 \end{matrix} \middle| z \right) \right], \quad (2)$$

где  $g \left( \begin{matrix} b_j \\ a_j \end{matrix} \middle| z \right) = (z - b_j)^{-1} - (z - a_j)^{-1}$ ;  $u_1$  и  $u_2$  — постоянные матрицы, подобные матрицам, соответственно,  $\omega_1 = (2\pi i)^{-1} \ln G_1$ ,  $\omega_2 = (2\pi i)^{-1} \ln G_2$ ; матрицы  $G_1, G_2$  заданы в задачах линейного сопряжения [4],  $\det G_j \neq 0$ , ( $j = 1, 2$ ); для матриц  $\omega_1, \omega_2$  фиксируем главное значение логарифма. Из решения системы (1) можно получить решение системы (2), если  $b_1 \rightarrow a_2, b_2 \rightarrow a_3$ .

Обозначим через  $\xi_j^{(1)}, \xi_j^{(2)}$  характеристические числа  $\omega_j$ . Введем обозначения:

$$u_j - \xi_j^{(1)} \cdot I = u_j^*; \quad \omega_j - \xi_j^{(1)} \cdot I = \omega_j^*; \quad \sigma(u_j^*) - \xi_j^{(2)} - \xi_j^{(1)} = \xi_j, \quad \sigma(u_1^* u_2^*) = \rho; \\ \sigma(\omega_1^* \omega_2^*) = \tau; \quad \rho = \xi_1 \xi_2 + \det [u_1^* - u_2^*];$$

$I$  — единичная матрица. Функция  $\ln |(z - b_j)(z - a_j)^{-1}|$  вне дуги  $l(a_j, b_j)$  голоморфна, а при  $t \in l(a_j, b_j)$

$$\ln^+ |(t - b_j)(t - a_j)^{-1}| - \ln^- |(t - b_j)(t - a_j)^{-1}| = 2\pi i.$$

Теорема I. Решение системы (1), обращаемое в единичную матрицу  $I$  в точке  $z = \infty$ , может быть представлено в виде

$$\chi_{01}(z) = [(z - b_1)(z - a_1)^{-1}]^{\xi_1} [(z - b_2)(z - a_2)^{-1}]^{\xi_2} \chi_{01}^*(z), \quad (3)$$

$$\chi_{01}^*(z) = I + u_1^* \varphi_{11}(z) + u_1^* u_2^* \varphi_{12}(z) + u_2^* u_1^* \varphi_{21}(z) + u_2^* \varphi_{22}(z), \quad (4)$$

где коэффициенты  $\varphi_{kl}(z)$  — целые функции параметра  $z$ :

$$\varphi_{kl}(z) = \sum_{\nu=0}^{\infty} \rho^\nu \varphi_{kl}^{(\nu)}(z), \quad (5)$$

причем, функций  $\varphi_{kl}^{(\nu)}(z)$  определяются рекуррентными соотношениями из следующей системы:

1/31/

Handwritten notes and stamps at the bottom right corner.

$$\frac{d\varphi_{kl}^{(\nu)}}{dz} = (\xi_h \varphi_{kk}^{(\nu)} + \varphi_{kl}^{(\nu-1)}) g\left(\frac{b_k}{a_k} \middle| z\right), \quad \frac{d\varphi_{kl}^{(\nu)}}{dz} = (\varphi_{kk}^{(\nu)} + \xi_l \varphi_{kl}^{(\nu)}) g\left(\frac{b_l}{a_l} \middle| z\right),$$

$$|k \neq l, k, l = 1, 2; \varphi^{(\nu-1)} = 1, \nu - 1 < 0; \nu = 0, 1, 2, \dots; \varphi_{kl}^{(\nu)}(\infty) = 0|.$$

II представление (4) имеет место на всей плоскости  $z$ , за исключением  $l$  и для всех матриц  $u_j$  ( $j = 1, 2$ ).

Для матрицы  $\chi_{oi}^*(z)$  и функции  $\varphi_{hl}$  системы уравнений имеют следующий вид:

$$\frac{d\chi_{oi}^*(z)}{dz} = \chi_{oi}^*(z) \sum_{j=1}^2 u_j^* g\left(\frac{b_j}{a_j} \middle| z\right), \quad (7)$$

$$\frac{d\varphi_{kh}}{dz} = [\xi_h \varphi_{hh} + \rho \varphi_{hl} + 1] g\left(\frac{b_k}{a_k} \middle| z\right); \quad \frac{d\varphi_{hl}}{dz} = (\varphi_{hh} + \xi_l \varphi_{hl}) g\left(\frac{b_l}{a_l} \middle| z\right),$$

$$|k \neq l, k, l = 1, 2; \varphi_{hl}(\infty) = 0|.$$

Теорема II. Интегральные и показательные матрицы системы (1) представляются в виде

$$\sigma_j = \exp\{2\pi i \xi^{(j)}\} [1 + u_1^* \omega_{j11} + u_1^* u_2^* \omega_{j12} + u_2^* u_1^* \omega_{j21} + u_2^* \omega_{j22}]; \quad (9)$$

$$\omega_j = \xi^{(j)} + u_1^* \sigma_{j11} + u_1^* u_2^* \sigma_{j12} + u_2^* u_1^* \sigma_{j21} + u_2^* \sigma_{j22}, \quad (10)$$

где  $\omega_{jkl}$  и  $\sigma_{jkl}$  являются целыми функциями параметра  $\rho$  и коэффициенты этих рядов определяются рекуррентными соотношениями.

Теорема III. Матрицы  $u_1^*$ ,  $u_2^*$  могут быть представлены в виде

$$u_j^* = \omega_1^* \tau_{j11} + \omega_1^* \omega_2^* \tau_{j12} + \omega_2^* \omega_1^* \tau_{j21} + \omega_2^* \tau_{j22} \quad (j = 1, 2), \quad (11)$$

где коэффициенты  $\tau_{jkl}$  при условии  $\tau \neq 0$ ,  $\tau \neq \xi_1 \xi_2$  определяются единственным образом и представляются в виде целого ряда относительно  $\rho$ .

Теоремы I, II, III доказываются аналогично доказательству теорем соответственно X, XII, I работы [2] (стр. 173, 375).

Как показано [2], матрицы  $u_j^*$  являются вообще многозначными функциями матриц  $\omega_1$ ,  $\omega_2$ . При  $\tau \neq 0$ ,  $\tau \neq \xi_1 \xi_2$ ,  $u_j$  определяются однозначно, если  $\rho$  определяется однозначно. Доказывается [2], что если  $\rho = 0$ , тогда  $\tau = 0$  и наоборот; случай  $\tau = \xi_1 \xi_2$  всегда можно свести к случаю  $\tau = 0$ . Равенства  $\tau = 0$ ,  $\tau = \xi_1 \xi_2$  возможны только тогда, когда  $G_1 G_2 = G_2 G_1$  или обе матрицы верхнетреугольные (или обе нижнетреугольные). Как известно [1, 3], в этих случаях задача сопряжения решается явно. В случае, когда  $G_1 G_2 \neq G_2 G_1$ , можно доказать, что  $\tau \neq 0$ ,  $\tau \neq \xi_1 \xi_2$  и матрицы  $u_j^*$  определяются по формулам (11).

Матрицы  $u_1$ ,  $u_2$  можно найти еще таким образом. Составим систему

$$\begin{aligned} \sigma_j^* &= u_i^* \sigma_{j11} + u_1^* u_2^* \sigma_{j12} + u_2^* u_1^* \sigma_{j21} + u_2^* \sigma_{j22}, \\ \omega_k^* \omega_l^* &= u_1^* \sigma_{j11} + u_1^* u_2^* \sigma_{j12} + u_2^* u_1^* \sigma_{j21} + u_2^* \sigma_{j22}, \end{aligned} \quad (12)$$

$$(k \neq l, i, k, l = 1, 2; j = 3, 4)$$

где коэффициенты  $\sigma_{jhl}$  известны.

Умножая уравнения (12) соответственно на  $\tau_{jih}$ ,  $\tau_{jhl}$  складывая, и, пользуясь равенством (11), получаем линейную систему относительно  $\tau_{jhl}$



$$\sigma_{1kl} \tau_{j11} + \sigma_{2kl} \tau_{j22} + \sigma_{3kl} \tau_{j12} + \sigma_{4kl} \tau_{j21} = \delta_{jk} \delta_{kl} \quad (13)$$

( $j, k, l = 1, 2$ ;  $\delta_{kl} = 1, k = l$ ;  $\delta_{kl} = 0, k \neq l$ ).

Коэффициенты  $\tau_{jkl}$  вообще определяются единственным образом, поэтому детерминант системы (13) вообще отличен от нуля, следовательно, из системы (13) можно определить  $\tau_{jkl}$ .

**Теорема IV.** Нормированная матрица  $\chi_{01}^*(z)$  вблизи особых точек представима единственным образом в виде

$$\chi_{01}^*(z) = [(z - b_j)(z - a_j)^{-1}]^{\omega_j} \chi_{01}^{*(j)}(z), \quad (14)$$

где матрицы  $\chi_{01}^{*(j)}$  и  $[\chi_{01}^{*(j)}]^{-1}$  голоморфны относительно  $z$  в точках  $a_j$  и  $b_j$ . Матрица  $\chi_{01}^{*(j)}(z)$  представляется подобно формуле (5) и для коэффициентов составляется система, аналогичная системе (8).

Для решения задачи сопряжения, когда число точек разрыва равно трем, достаточно в вышеприведенных равенствах, за исключением (14), перейти к пределу  $b_1 \rightarrow a_2$ ;  $b_2 \rightarrow a_3$  [4]. Матрица  $\chi_{01}^*(z)$  вблизи  $z = a_2$  представляется в виде

$$\chi_{01}^*(z) = [(z - a_2)(z - b)^{-1}]^{(2\pi i)^{-1} \ln(G_2^{*-1} G_1^*)} \chi_{01}^{*(2)}(z), \quad (15)$$

где  $G_2^{*-1} = G_2^{-1} \exp \frac{\xi}{\xi_2}$ ;  $G_1^* = G_1 \exp(-\frac{\xi}{\xi_1})$ ; ветвь логарифма фиксируется согласно работе [4].

§ 2. В случае, когда число точек разрыва больше трех, решение задачи сопряжения для разомкнутых контуров  $l_k = a_k b_k$  ( $k = 1, 2, \dots, m$ ) и при узловых точках сводится к решению систем уравнений соответственно

$$\frac{d\chi_{01}^*}{dz} = \chi_{01}^*(z) \sum_{j=1}^m u_j^* g \left( \frac{b_j}{a_j} \middle| z \right), \quad (16)$$

$$\frac{d\chi_{01}^*(z)}{dz} = \chi_{01}^*(z) \sum_{j=1}^m u_j^* g \left( \frac{a_{j+1}}{a_j} \middle| z \right), \quad (17)$$

где  $\chi_{01}^*(z) = \prod [(z - b_j)(z - a_j)^{-1}]^{\xi_j} \chi_{01}^*(z)$ . Обозначим  $\sigma(u_j^* u_k^*) = \rho_{jk}$ ;  $\sigma(\omega_j^* \omega_k^*) = \tau_{jk}$ ;  $\rho_{jk} = \xi_j \xi_k + \det[u_j^* - u_k^*]$ .

Решение системы (16) (аналогично для системы (17))  $\chi_{01}^*(z)$  можно представить в виде [2]

$$\chi_{01}^*(z) = I + \sum_{v=1}^m \sum_{j_1, \dots, j_v} u_{j_1}^* \dots u_{j_v}^* \alpha_{j_1 \dots j_v}(z), \quad (18)$$

где суммирование распространяется на все различные индексы  $j_1 \dots j_v$ .

Подставляя матрицу (18) в систему (16) и приравнявая коэффициенты при одинаковых композициях, получаем неоднородную систему дифференциальных уравнений относительно  $\alpha_{j_1 \dots j_v}(z)$ , которую можно записать в векторной форме

$$\frac{dH(z)}{dz} = H(z)R(z) + f(z), \quad H(\infty) = [0, 0, \dots, 0], \quad (19)$$

где  $H(z)$ —искомый вектор с компонентами  $\alpha_{j_1 \dots j_v}(z)$ ;  $R(z)$ —заданная матрица;  $f(z)$ —заданный вектор. Например, для задачи (7) векторы  $H(z)$ ,  $f(z)$  и матрица  $R(z)$  имеют вид

$$H(z) = H(\varphi_{11}, \varphi_{22}, \varphi_{12}, \varphi_{21}); f(z) = f \left[ g \left( \frac{b_1}{a_1} z \right), g \left( \frac{b_2}{a_2} z \right), 0, 0 \right],$$

$$R(z) = u_{10} g_1 + u_{20} g_2,$$

где  $u_{10}$  и  $u_{20}$  — известные постоянные матрицы четвертого порядка.

Мы можем в конкретном случае решить систему (19) и найти  $\alpha_{j_1} \dots j_n(z)$  на всей плоскости  $z$ . Затем составляем для определения  $u_1^*, \dots, u_m^*$  алгебраическую систему, аналогичную системе (13), которая вообще разрешима. Следовательно, можно найти  $u_1, \dots, u_m$ , как полиномы относительно  $\omega_1^*, \dots, \omega_m^*$ .

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

(Поступило 29.1.1970)

მათემატიკა

ა. ციციშვილი

შეუღლების ამოცანის ეფექტურად ამოხსნის შესახებ

რეზიუმე

წრფივი შეუღლება: ამოცანა ორი ანალიზური ფუნქციის შემთხვევაში, როდესაც მოცემული მატრიცი უბან-უბან მუდმივია, ამოხსნილია ეფექტურად.

MATHEMATICS

A. R. TSITSKISHVILI

## ON THE EFFECTIVE SOLUTION OF CONJUGATION PROBLEM

Summary

A linear problem of conjugation is effectively solved for two analytic functions when the given matrix is piecewise constant.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. П. Векуа. Системы сингулярных интегральных уравнений. М., 1950.
2. И. А. Лаппо-Данилевский. Применение функций от матриц к теории линейных систем обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1957.
3. Н. И. Мухелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1962.
4. А. Р. Цицкишвили. Труды Тбилисского мат. ин-та АН ГССР, т. XXXV, 1969.

А. Б. ГУЛИСАШВИЛИ

ОЦЕНКИ ФУНКЦИЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СУММ  
ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ РЯДОВ С МОНОТОННО  
УБЫВАЮЩИМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 29.1.1970)

Р. Салемом ([1], гл. X, § 7) был найден порядок роста функций

$$g(x) = \sum_{k=1}^{\infty} a(k) \sin kx \quad \text{и} \quad f(x) = \frac{1}{2} a(0) + \sum_{k=1}^{\infty} a(k) \cos kx, \quad a(k) \downarrow 0,$$

в окрестности нуля при некоторых предположениях, ограничивающих класс функций  $a(t)$ . Если, вместо классов  $a(t)$ , фигурирующих в теоремах Салема, рассматривать класс всех  $a(t)$ ,  $a(t) \downarrow 0$ , то в известном смысле ([2], зам. 4 и 5) оценки порядка роста  $g$  и  $f$  становятся невозможными.

Мы рассматриваем вместо самих  $g$  и  $f$  их функции распределения  $D(y; \alpha g)$ ,  $D(y; \beta f)$  (определения см. ниже) и даем оценки порядка их убывания при  $y \rightarrow \infty$ , причем при оценке  $D(y; \alpha g)$  на  $a(t)$  не накладываются никакие дополнительные ограничения, кроме убывания (теорема 1В), а в случае  $D(y; \beta f)$  от  $a(t)$  требуется только выпуклость (теорема 3В). Оценки функций распределения используются для доказательства теорем интегрируемости и для исследования вопроса сходимости рядов из синусов с монотонно убывающими коэффициентами в интегральных классах  $L_{\Phi}$ .

А. Определения и обозначения

1. Ниже везде  $a(t)$  обозначает функцию, определенную и непрерывную на  $[0, \infty)$ , невозрастающую и стремящуюся к нулю при  $t \rightarrow \infty$ . Пусть  $a_n = a(k)$ ,  $k = 0, 1, \dots$ ,

$$g(x) = \sum_{k=1}^{\infty} a_k \sin kx, \quad f(x) = \frac{1}{2} a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cos kx.$$

2. Пусть  $h(x)$ —измеримая функция, определенная на  $(0, \pi]$ . Функция  $D(y; h)$ , которая определяется при  $y > 0$  равенством

$$D(y; h) = \mu \{x \in (0, \pi] : |h(x)| > y\},$$

где  $\mu$ —линейная мера Лебега, называется функцией распределения  $h(x)$ .

3. Пусть функция  $\Phi(y)$  определена на  $[0, \infty)$ . Мы скажем, что

$\Phi \in C_1$ , если  $\Phi$  непрерывна, не убывает и  $\Phi(0) = 0$ ;

$\Phi \in C_2$ , если  $\Phi \in C_1$  и  $\Phi(2y) \leq k_1 \Phi(y)$  при  $y > y_0$ ,

$y_0$  зависит от  $\Phi$ ,  $k_1$ —положительная константа;

4. Пусть функция  $\Psi(x)$  неотрицательна и измерима на  $(0, \pi]$ . Мы скажем, что

$$\Psi \in D_1, \text{ если } \Psi \text{ интегрируема, и } \int_0^u \Psi(x) dx \leq k_2 \text{ и } \Psi(u)$$

для почти всех  $u \in (0, \pi]$ ,  $k_2$  — положительная константа;

$\Psi \in D_2$ , если  $\Psi \in D_1$ , и вышеупомянутое неравенство выполняется для всех  $u$ .

5. Класс  $L_{\Psi, \Phi}$  определяется как множество измеримых на  $(0, \pi)$  функций  $h(x)$ , для которых

$$\int_0^{\pi} \Psi(x) \Phi(|h(x)|) dx < \infty.$$

Если  $\Psi(x) \equiv 1$ , то пишем просто  $L_{\Phi}$ .

6. Функции  $N(y)$ ,  $M(y)$ ,  $P(y)$  определяются на  $[a_1, \infty)$ ,  $[0, \infty)$  и  $[0, \infty)$  соответственно при помощи равенств

$$N(y) = \begin{cases} \infty, & \text{если } \mathcal{E}_y = \emptyset, \text{ где } \mathcal{E}_y = \{z \in [1, \infty) : a(z)z = y\}; \\ \inf \mathcal{E}_y, & \text{если } \mathcal{E}_y \neq \emptyset, \end{cases}$$

$$M(y) = \begin{cases} \infty, & \text{если } F_y = \emptyset, \text{ где } F_y = \left\{z \in [0, \infty) : \int_0^z [a(t) - a(t+1)] dt = y\right\}; \\ \inf F_y, & \text{если } F_y \neq \emptyset, \end{cases}$$

$$P(y) = \begin{cases} \infty, & \text{если } G_y = \emptyset, \text{ где } G_y = \left\{z \in [0, \infty) : \int_0^z a(t) dt = y\right\}; \\ \inf G_y, & \text{если } G_y \neq \emptyset. \end{cases}$$

Ниже всюду принимается  $\frac{1}{\infty} = 0$ .

### В. Оценки функций распределения

Теорема 1В. Существуют такие положительные абсолютные константы  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$  и  $y_0 > 0$ , зависящее только от  $a_1$ , что

$$D(y; \alpha_1 g) \leq \frac{\alpha_2}{N(y)} \text{ при } y > a_1,$$

$$D(y; \alpha_3 g) \geq \frac{\alpha_4}{N(y)} \text{ при } y > y_0.$$

Теорема 2В. Существуют такие положительные абсолютные константы  $\gamma$  и  $\delta$ , что

$$D(y; \gamma f) \leq \frac{\delta}{P(y)} \text{ при } y > a_0.$$

Теорема 3В. Если  $a(t)$  выпукла, то существуют такие положительные абсолютные константы  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$  и  $\beta_4$ , что

$$D(y; \beta_1 f) \leq \frac{\beta_2}{M(y)} \text{ при } y > a_0, \quad D(y; \beta_3 f) \geq \frac{\beta_4}{M(y)} \text{ при } y > a_0.$$

## С. Теоремы интегрируемости

Теорема 1С. Пусть  $\Phi \in C_1$ ,  $\Psi \in D_1$ . Тогда

$$\int_1^{\infty} \frac{\Psi\left(\frac{1}{t}\right) \Phi(\max_{1 \leq z \leq t} za(z))}{t^2} dt < \infty \rightarrow \alpha_1 g \in L_{\Psi, \Phi};$$

$$\alpha_3 g \in L_{\Psi, \Phi} \rightarrow \int_1^{\infty} \frac{\Psi\left(\frac{1}{t}\right) \Phi(\max_{1 \leq z \leq t} za(z))}{t^2} dt < \infty$$

 $(\alpha_1$  и  $\alpha_3$  — константы из 1В).Так как при  $\Phi \in C_2$ ,  $\Psi \in D_1$  имеем

$$\int_1^{\infty} \frac{\Psi\left(\frac{1}{t}\right) \Phi(\max_{1 \leq z \leq t} za(z))}{t^2} dt < \infty \leftrightarrow \int_1^{\infty} \frac{\Psi\left(\frac{1}{t}\right) \Phi(ta(t))}{t^2} dt < \infty,$$

то справедлива следующая

Теорема 2С. Пусть  $\Phi \in C_2$ ,  $\Psi \in D_1$ , тогда

$$g \in L_{\Psi, \Phi} \leftrightarrow \int_1^{\infty} \frac{\Psi\left(\frac{1}{t}\right) \Phi(ta(t))}{t^2} dt < \infty.$$

Если дополнительно потребовать, чтобы  $\Psi \in D_2$ , то

$$g \in L_{\Psi, \Phi} \leftrightarrow \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\Psi\left(\frac{1}{n}\right) \Phi(a_n n)}{n^2} < \infty.$$

Пусть

$$I = \int_1^{\infty} \frac{\Psi\left(\frac{1}{t}\right) \Phi\left(\int_0^t u [a(u) - a(u+1)] du\right)}{t^2} dt.$$

Теорема 3С. Если  $a(t)$  выпукла,  $\Phi \in C_1$ ,  $\Psi \in D_1$ , то

$$I < \infty \rightarrow \beta_1 f \in L_{\Psi, \Phi}; \beta_3 f \in L_{\Psi, \Phi} \rightarrow I < \infty$$

 $(\beta_1$  и  $\beta_3$  — константы из 3В). При дополнительном требовании  $\Phi \in C_2$ 

$$f \in L_{\Psi, \Phi} \leftrightarrow I < \infty.$$

Если, кроме того,  $\Psi \in D_2$ , то

$$f \in L_{\Psi, \Phi} \leftrightarrow \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\Psi\left(\frac{1}{n}\right) \Phi\left(\sum_{k=1}^n \Delta a_k k\right)}{n^2} < \infty,$$

где  $\Delta a_k = a_k - a_{k+1}$ .

Теорема 4С. Пусть  $\Phi \in C_2$ , тогда

$$g \in L_\Phi \longleftrightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} \int_0^\pi \Phi \left( \left| \sum_{k=n}^{\infty} a_k \sin kx \right| \right) dx = 0.$$

Отметим, что теорема 2С обобщает некоторые известные теоремы — теорему Харди—Литтлвуда ([1], гл. X, § 3), теорему П. Л. Ульянова о суммируемости  $g$  в степени  $p$ ,  $0 < p < 1$  ([1], гл. X, § 5), теорему Р. Боаса ([5], теор. 1), теорему 1 из работы [4].

Теорема 4С обобщает теоремы о сходимости в  $L$  ([2], гл. V, теор. 1. 14) и о сходимости в классе  $L_p$ ,  $0 < p < 1$  ([1], гл. X, § 5).

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

(Поступило 30.1.1970)

მათემატიკა

ა. ბულიშავილი

კლემენტ კომპონენტების ტრიგონომეტრიულ მწკრივთა ჯამების  
 განაწილების ფუნქციითა ფიქსაცია

რეზიუმე

მოცემულია  $D(y; \alpha g) = \mu(x \in (0, \pi] : \alpha |g(x)| > y)$  და

$$D(y; \beta f) = \mu(x \in (0, \pi] : \beta |f(x)| > y)$$

ფუნქციების შეფასებები, სადაც  $\mu$  ლებეგის ზომია, ხოლო

$$g(x) = \sum_{k=1}^{\infty} a_k \sin kx, f(x) = \frac{1}{2} a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cos kx, a_k \downarrow 0.$$

ამ შეფასებების გამოყენებით მიღებულია ინტეგრებადობის თეორემები  $g$  და  $f$  ფუნქციებისათვის.

MATHEMATICS

A. B. GULISASHVILI

### ESTIMATES FOR DISTRIBUTION FUNCTIONS OF THE SUMS OF TRIGONOMETRIC SERIES WITH DECREASING COEFFICIENTS

Summary

The estimates of functions  $D(y; \alpha g) = \mu(x \in (0, \pi] : \alpha |g(x)| > y)$  and  $D(y; \beta f) = \mu(x \in (0, \pi] : \beta |f(x)| > y)$  are given, where  $\mu$  is the Lebesgue measure-

$$g(x) = \sum_{k=1}^{\infty} a_k \sin kx, f(x) = \frac{1}{2} a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cos kx, a_k \downarrow 0.$$

Applying these estimates, the integrability theorems are obtained for  $g$  and  $f$ .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. К. Бари. Тригонометрические ряды. М., 1961.
2. А. Зигмунд. Тригонометрические ряды, т. 1. М., 1965.
3. А. И. Шмуклер. Матем. сб., 72 (114), 1967, 339—364.
4. Chen Yung-Ming. Math. Z., 69, 2, 1958.
5. R. P. Boas jr. Quart. J. Math. (Oxford), (2) 3, № 11, 1952.



Г. Л. АРСЕНИШВИЛИ

ОБ ОДНОМ КЛАССЕ ФУНКЦИОНАЛОВ ДЛЯ СЛОЖНЫХ  
 ПОЛУМАРКОВСКИХ ПРОЦЕССОВ С ДИСКРЕТНЫМ  
 ВМЕШАТЕЛЬСТВОМ СЛУЧАЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Гокиели 29.1.1970)

Рассмотрим случайный процесс  $\{\xi_1^{(0)}(t), \xi_1^{(1)}(t), \dots, \xi_1^{(r)}(t); \eta_1(t); \xi_2^{(0)}(t), \xi_2^{(1)}(t), \dots, \xi_2^{(k)}(t); \eta_2(t)\} = \{\bar{\xi}_1^{(i)}(t), \eta_1(t); \bar{\xi}_2^{(i)}(t), \eta_2(t)\}$ , компоненты которого  $\xi_i^{(i)}(t)$ ,  $i = 0, 1, \dots, r$  и  $\xi_i^{(i)}(t)$ ,  $i = 0, 1, \dots, k$  — дискретные, а  $\eta_1(t)$  и  $\eta_2(t)$  — непрерывные, неотрицательные. Переходные вероятности его за достаточно малый промежуток времени  $\Delta t$  имеют вид

$$P\{(i_0, i_1, \dots, i_r; x; j_0, j_1, \dots, j_k; y) \xrightarrow{\Delta t} (i_0, i_1, \dots, i_r; x + \Delta t; j_0, j_1, \dots, j_k; y + \Delta t)\} = \frac{1 - F_{i_0}(x + \Delta t / i_1, \dots, i_r)}{1 - F_{i_0}(x / i_1, \dots, i_r)} \cdot \frac{1 - \Phi_{j_0}(y + \Delta t / j_1, \dots, j_k)}{1 - \Phi_{j_0}(y / j_1, \dots, j_k)} + 0(\Delta t);$$

$$P\{(i_0, i_1, \dots, i_r; x; j_0, j_1, \dots, j_k; y) \xrightarrow{\Delta t} (l, i_0, \dots, i_{r-1}; 0; j_0, j_1, \dots, j_k; y + \Delta t)\} = \frac{F_{i_0}(x + \Delta t / i_1, \dots, i_r) - F_{i_0}(x / i_1, \dots, i_r)}{1 - F_{i_0}(x / i_1, \dots, i_r)} \cdot \frac{1 - \Phi_{j_0}(y + \Delta t / j_1, \dots, j_k)}{1 - \Phi_{j_0}(y / j_1, \dots, j_k)} \times b_{i_0, i_1, \dots, i_r}^{l, i_0, \dots, i_{r-1}}(x) + 0(\Delta t); \quad (1)$$

$$P\{(i_0, i_1, \dots, i_r; x; j_0, j_1, \dots, j_k; y) \xrightarrow{\Delta t} (m, i_0, \dots, i_{r-1}; 0; n, j_0, \dots, j_{k-1}; 0)\} = \frac{\Phi_{j_0}(y + \Delta t / j_1, \dots, j_k) - \Phi_{j_0}(y / j_1, \dots, j_k)}{1 - \Phi_{j_0}(y / j_1, \dots, j_k)} \times q_{i_0, i_1, \dots, i_r; j_0, j_1, \dots, j_k}^{m, i_0, \dots, i_{r-1}; n, j_0, \dots, j_{k-1}}(y) + 0(\Delta t);$$

где  $F_{i_0}(x/i_1, \dots, i_r)$  и  $\Phi_{j_0}(y/j_1, \dots, j_k)$  — непрерывные функции распределения,  $b_{i_0, i_1, \dots, i_r}^{l, i_0, \dots, i_{r-1}}(x)$  — условные вероятности перехода из состояния  $(i_0, \dots, i_r)$  в состояние  $(l, i_0, \dots, i_{r-1})$  через время  $x$ ;  $q_{i_0, i_1, \dots, i_r; j_0, j_1, \dots, j_k}^{m, i_0, \dots, i_{r-1}; n, j_0, \dots, j_{k-1}}(y)$  — условные вероятности, указывающие переходы процесса при случайных изменениях и такие, что

$$\sum_{(m, i_0, \dots, i_{r-1})} \sum_{(n, j_0, \dots, j_{k-1})} q_{i_0, i_1, \dots, i_r; j_0, j_1, \dots, j_k}^{m, i_0, \dots, i_{r-1}; n, j_0, \dots, j_{k-1}}(y) = 1.$$

Процесс  $\{\bar{\xi}_1^{(i)}(t), \eta_1(t); \bar{\xi}_2^{(i)}(t), \eta_2(t)\}$  описывает поведение некоторой системы, эволюционирующей по траектории сложного полумарковского

процесса  $r$ -го порядка и подвергающейся вмешательству другого сложного полумарковского процесса  $k$ -го порядка.

В данной работе изучается один важный класс функционалов — время достижения процессом заданной области своего фазового пространства. Подобные задачи рассматривались ранее для некоторых классов в процессах с дискретным вмешательством случая [1, 2]. Изучению сложных полумарковских процессов посвящены работы [3, 4].

Пусть  $D$  — произвольная фиксированная область фазового пространства процесса  $\{\vec{\xi}_1(t); \vec{\xi}_2(t)\}$ ; если  $(i_0, i_1, \dots, i_r, j_0, j_1, \dots, j_k) \in D$ , то через  $\xi_{i_0, \dots, i_r; j_0, \dots, j_k}(x, y) = \xi_{ij}(x, y)$  обозначим случайную величину, равную промежутку времени, за который процесс  $\{\vec{\xi}_1(t); \eta_1(t); \vec{\xi}_2(t); \eta_2(t)\}$  впервые попадает в область  $D$  из  $(i_0, i_1, \dots, i_r, j_0, j_1, \dots, j_k)$ .

Полагая

$$M \exp\{-s \xi_{ij}(x, y)\} = \varphi_{ij}(s, x, y) \quad (2)$$

и обозначая через

$$\psi_{ij}(s, x, y) = [1 - F_{i_0}(x/i_1, \dots, i_r)] [1 - \Phi_{j_0}(y/j_1, \dots, j_k)] \varphi_{ij}(s, x, y), \quad (3)$$

можно для величин  $\xi_{ij}(s, x, y)$  (а точнее, для их преобразований Лапласа) составить следующую систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial \psi_{ij}(s, x, y)}{\partial x} + \frac{\partial \psi_{ij}(s, x, y)}{\partial y} = s \psi_{ij}(s, x, y) - \\ & - \sum_{l: (l, i_0, \dots, i_{r-1}; j_0, \dots, j_k) \in D} a_{i_0, i_1, \dots, i_r}^{l, i_0, \dots, i_{r-1}}(x) \psi_{l, i_0, \dots, i_{r-1}}(s, 0, y) - \\ & - \sum_{l: (l, i_0, \dots, i_{r-1}; j_0, \dots, j_k) \in D} a_{i_0, i_1, \dots, i_r}^{l, i_0, \dots, i_{r-1}}(x) [1 - \Phi_{j_0}(y/j_1, \dots, j_k)] - \\ & - \sum_{m, n: (m, i_0, \dots, i_{r-1}; n, j_0, \dots, j_{k-1}) \in D} q_{i_0, i_1, \dots, i_r; j_0, j_1, \dots, j_k}^{m, i_0, \dots, i_{r-1}; n, i_0, \dots, j_{k-1}}(y) \times \\ & \times [1 - F_{i_0}(x/i_1, \dots, i_r)] \cdot \psi_{m, i_0, \dots, i_{r-1}; n, j_0, \dots, j_{k-1}}(s, 0, 0) - \\ & - \sum_{m, n: (m, i_0, \dots, i_{r-1}; n, j_0, \dots, j_{k-1}) \in D} q_{i_0, i_1, \dots, i_r; j_0, j_1, \dots, j_k}^{m, i_0, \dots, i_{r-1}; n, i_0, \dots, j_{k-1}}(y) \times \\ & \times [1 - F_{i_0}(x/i_1, \dots, i_r)], \end{aligned} \quad (4)$$

где  $a_{i_0, i_1, \dots, i_r}^{l, i_0, \dots, i_{r-1}}(x)$  такие, что

$$\int_0^x a_{i_0, i_1, \dots, i_r}^{l, i_0, \dots, i_{r-1}}(u) du = Q_{i_0, i_1, \dots, i_r}^{l, i_0, \dots, i_{r-1}}(x),$$

где  $Q_{i_0, i_1, \dots, i_r}^{l, i_0, \dots, i_{r-1}}(x)$  — переходные вероятности процесса  $\{\vec{\xi}_1(t); \eta_1(t)\}$ , а  $q_{i_0, i_1, \dots, i_r; j_0, j_1, \dots, j_k}^{m, i_0, \dots, i_{r-1}; n, i_0, \dots, j_{k-1}}(y)$  — аналогичные величины для вмешивающегося сложного полумарковского процесса  $k$ -го порядка.



Пусть  $\zeta_{ij}^{\bar{z}}(y)$ —случайная величина, равная промежутку времени, за который процесс  $\{\bar{\xi}_2(t), \eta_2(t)\}$  впервые попадает из состояния  $(j_0, \dots, j_k; y)$  в область  $D$ , а  $\chi_{ij}^{\bar{z}}$ —случайная величина, равная промежутку времени, за который этот же процесс впервые попадает из состояния  $(j_0, \dots, j_k; 0)$  в область  $D$ . Ясно, что величины  $\psi_{ij}^{\bar{z}}(s, 0, y)$  и  $\psi_{ij}^{\bar{z}}(s, 0, 0)$ , с точностью до известного множителя, преобразования Лапласа случайных величин  $\zeta_{ij}^{\bar{z}}(y)$  и  $\chi_{ij}^{\bar{z}}$ .

Полагая

$$M \exp \{-s \zeta_{ij}^{\bar{z}}(y)\} = \gamma_{ij}^{\bar{z}}(s, y) \quad (5)$$

и обозначая через

$$\lambda_{ij}^{\bar{z}}(s, y) = \gamma_{ij}^{\bar{z}}(s, y) [1 - \Phi_{j_0}(y/j_1, \dots, j_k)], \quad (6)$$

можно получить для величин  $\lambda_{ij}^{\bar{z}}(s, y)$  следующую систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \lambda_{ij}^{\bar{z}}(s, y)}{\partial y} &= s \lambda_{ij}^{\bar{z}}(s, y) - \\ - \sum_{m, n: (m, i_0, \dots, i_{r-1}; n, j_0, \dots, j_{k-1}) \in \bar{D}} C_{i_0, i_1, \dots, i_r; j_0, j_1, \dots, j_k}^{m, i_0, \dots, i_{r-1}; n, j_0, \dots, j_{k-1}}(y) \times \\ &\quad \times \lambda_{m, \dots, i_{r-1}; n, \dots, j_{k-1}}(s, 0) - \\ - \sum_{m, n: (m, i_0, \dots, i_{r-1}; n, j_0, \dots, j_{k-1}) \in D} C_{i_0, i_1, \dots, i_r; j_0, j_1, \dots, j_k}^{m, i_0, \dots, i_{r-1}; n, j_0, \dots, j_{k-1}}(y). \end{aligned} \quad (7)$$

Дифференцируемость функций  $\psi_{ij}^{\bar{z}}(s, x, y)$  и  $\lambda_{ij}^{\bar{z}}(s, y)$  по соответствующим переменным, что неявно использовалось при выводе (4), (7), легко может быть доказана.

Положим, наконец,

$$\mu_{ij}^{\bar{z}}(s) = M \exp \{-s \chi_{ij}^{\bar{z}}\}. \quad (8)$$

Обозначая

$$\begin{aligned} C_{i_0, \dots, i_r; j_0, \dots, j_k}^{m, \dots, i_{r-1}; n, \dots, j_{k-1}} &= C_{i_0 j_0}^{\bar{m} \bar{n}}; \\ \rho_{i_0, \dots, i_r; j_0, \dots, j_k}^{m, \dots, i_{r-1}; n, \dots, j_{k-1}}(s) &= \int_0^{\infty} e^{-su} C_{i_0 j_0}^{\bar{m} \bar{n}}(u) du \end{aligned}$$

и

$$d_{ij}^{\bar{z}}(s) = \sum_{m, n: (m, \dots, i_{r-1}; n, \dots, j_{k-1}) \in D} \int_0^{\infty} e^{-su} C_{i_0 j_0}^{\bar{m} \bar{n}}(u) du, \quad (9)$$

получим для нахождения величин  $\mu_{ij}^{\bar{z}}(s)$  такую регулярную бесконечную систему линейных уравнений:

$$\mu_{ij}^{\bar{z}}(s) = \sum_{m, n: (m, \dots, i_{r-1}; n, \dots, j_{k-1}) \in \bar{D}} \mu_{m \bar{n}}^{\bar{m} \bar{n}}(s) \rho_{ij}^{\bar{m} \bar{n}}(s) + d_{ij}^{\bar{z}}(s). \quad (10)$$

Такая система всегда имеет единственное ограниченное решение, которое может быть найдено, например методом последовательных приближений.

Знание  $\mu_{ij}^-(s)$  а, следовательно, и  $\lambda_{ij}^-(s, 0)$  позволяет из системы уравнений (7) находить величины  $\lambda_{ij}^-(s, y)$ . В свою очередь, если известны  $\lambda_{ij}^-(s, y)$ , а следовательно, и  $\phi_{ij}^-(s, 0, y)$ , то из уравнений (4) можно определять величины  $\phi_{ij}^-(s, x, y)$ .

Тбилисский государственный  
 университет  
 Институт прикладной  
 математики

(Поступило 30.1.1970)

მათემატიკა

ბ. არსენიშვილი

რომელი ნახევრადმარკოვის პროცესების ფუნქციონალთა ერთი კლასის შესახებ შემთხვევის დისკრეტული ჩარევისას

რეზიუმე

შესწავლილია ფუნქციონალთა ერთი კლასი —  $\{\bar{\xi}_1(t); \eta_1(t); \bar{\xi}_2(t), \eta_2(t)\}$  პროცესის მიერ თავისი ფაზური სივრცის ფიქსირებული არის მიღწევის დრო. ეს პროცესი აღწერს სისტემის ქცევას, რაც ევოლუციონირებს რთული  $r$ -რიგის ნახევრადმარკოვის პროცესის ტრაექტორიაზე და განიცდის  $k$ -რიგის ნახევრადმარკოვის პროცესის ჩარევას.

MATHEMATICS

G. L. ARSENISHVILI

## ON ONE CLASS OF FUNCTIONALS FOR COMPLEX SEMI-MARKOV PROCESSES WITH DISCRETE INTERFERENCE OF CHANCE

Summary

A class of functionals—the time when the process  $\{\bar{\xi}_1(t), \eta_1(t); \bar{\xi}_2(t), \eta_2(t)\}$  of the given domain achieves its phase space—is studied. This process describes the behaviour of some system evolving on the trajectory of a complex semi-Markov process of  $r$  order and undergoing the interference of another semi-Markov process of  $k$  order.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. И. Ежов. УМЖ, № 1, 1966.
2. Г. И. Призва. Некоторые вопросы теории и приложения марковских восстановительных процессов. Автореферат, КГУ, 1968.
3. Г. Л. Арсенишвили, И. И. Ежов. Сообщения АН ГССР, т. 53, № 1, 1969.
4. Г. Л. Арсенишвили, И. И. Ежов. Сообщения АН ГССР, т. 54, № 2, 1969.

Т. В. ВЕПХВАДЗЕ

О ПРЕДСТАВЛЕНИИ ЧИСЕЛ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМИ БИНАРНЫМИ  
 КВАДРАТИЧНЫМИ ФОРМАМИ НЕЧЕТНОГО ДИСКРИМИНАНТА

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 21.1.1970)

1. Пусть  $r(n; a, b, c)$  обозначает число представлений натурального числа  $n$  положительной бинарной квадратичной формой

$$f = [a, b, c] = ax^2 + bxy + cy^2, \quad 2 \nmid b. \quad (1)$$

Хорошо известно, что вполне элементарно можно получить формулы для  $r(n; a, b, c)$  в тех случаях, когда форма  $f$  принадлежит одно-классным  $\Gamma$ -одам.

В работе [1] дан общий подход к нахождению точных формул для числа представлений чисел произвольными положительными бинарными диагональными квадратичными формами. Метод работы [1] нами был распространен на случай положительных гауссовых бинарных квадратичных форм, т. е. форм четного дискриминанта [2]. Метод работы [1] здесь распространен на бинарные квадратичные формы нечетного дискриминанта и, в частности, получены формулы для числа представлений натуральных чисел формами  $\{3, 3, 4\}$ ,  $\{2, 1, 4\}$  и  $\{2, 1, 6\}$

2. В дальнейшем полагаем

$$\vartheta(\tau; a, b, c) = \sum_{n=0}^{\infty} r(n; a, b, c) Q^n, \quad (2)$$

$$\vartheta_{gh}(\tau; 0, N) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} (-1)^{hm} Q^{\frac{1}{8N}(2Nm + g)^2}, \quad (3)$$

$$\theta(\tau; a, b, c) = 2 + \sum_{n=1}^{\infty} \rho(n; a, b, c) Q^n,$$

где функция  $\rho(n; a, b, c)$  определена формулой (6) из работы [2] (здесь и всюду в дальнейшем  $g, h$  — целые числа,  $N$  — натуральное число;  $\tau$  — комплексная переменная с  $\text{Im } \tau > 0$ ,  $Q = \exp(2\pi i\tau)$ )

Теорема 1. 1) *Имеет место тождество*

$$\begin{aligned} \vartheta(\tau; 6, 6, 8) &= \frac{1}{2} \theta(\tau; 6, 6, 8) - \vartheta_{21}(\tau; 0, 10) \vartheta_{78,1}(\tau; 0, 390) - \\ &\quad - \vartheta_{61}(\tau; 0, 10) \vartheta_{234,1}(\tau; 0, 390). \end{aligned} \quad (4)$$

2) Пусть  $n = 2^a 3^b 13^c u$ ,  $(u, 78) = 1$ . Тогда



$$r(n; 3, 3, 4) = \frac{\alpha + 1}{4} \left( 1 + (-1)^\alpha \left( \frac{u}{3} \right) \right) \left( 1 + (-1)^\alpha \left( \frac{u}{13} \right) \right) \sum_{d|u} \left( \frac{\alpha}{39} \right) - \\ - \nu_1(2n) - \nu_2(2n),$$

где  $\nu_1(2n)$  и  $\nu_2(2n)$  соответственно обозначают коэффициенты при  $Q^{2n}$  в разложении функций  $\mathfrak{F}_{21}(\tau; 0, 10)$ ,  $\mathfrak{F}_{78,1}(\tau; 0, 390)$  и  $\mathfrak{F}_{61}(\tau; 0, 10)$ ,  $\mathfrak{F}_{234,1}(\tau; 0, 390)$  по степеням  $Q$ .

Доказательство. Можно показать, что функция

$$\Psi(r; 6, 6, 8) = \mathfrak{F}(\tau; 6, 6, 8) - \frac{1}{2} \theta(\tau; 6, 6, 8) + \mathfrak{F}_{21}(\tau; 0, 10) \mathfrak{F}_{78,1}(\tau; 0, 390) + \\ + \mathfrak{F}_{61}(\tau; 0, 10) \mathfrak{F}_{234,1}(\tau; 0, 390)$$

является целой модулярной формой размерности  $-1$ , присоединенной к подгруппе  $\Gamma_0(780)$  и делителя 780. Следовательно, как известно, она будет тождественно равна нулю, если коэффициенты при  $Q^n$  ( $n \leq 168$ ) в ее разложении по степеням  $Q$  равняются нулю.

При помощи формул 6, 5 и 3 из работы [2] (с той лишь разницей, что в формуле (3) вместо  $S(fh, q)$  нужно взять  $S(2fh, q)$ , причем

$$S(f, q) = \sum_{\substack{x \pmod q \\ y \pmod q}} \exp\left(\frac{2\pi i(ax^2 + bxy + cy^2)}{q}\right),$$

получаем

$$\rho(r; 6, 6, 8) = \frac{\alpha}{2} \left( 1 - (-1)^\alpha \left( \frac{u}{3} \right) \right) \left( 1 - (-1)^\alpha \left( \frac{u}{13} \right) \right) \sum_{d|u} \left( \frac{\alpha}{39} \right) \quad (5)$$

Вычислив значения этой функции для всех  $n \leq 168$ , получим

$$\frac{1}{2} \theta(\tau; 6, 6, 8) = 1 + Q^2 + Q^6 + 3Q^8 + Q^{18} + 4Q^{20} + 3Q^{24} + Q^{26} + 5Q^{32} + \\ + 4Q^{44} + 3Q^{50} + Q^{54} + 4Q^{60} + 3Q^{72} + Q^{78} + 8Q^{80} + 2Q^{86} + 5Q^{96} + \\ + Q^{98} + 3Q^{104} + 4Q^{110} + 2Q^{122} + 7Q^{128} + 4Q^{132} + 3Q^{150} + 2Q^{158} + \\ + Q^{162} + 4Q^{164} + 8Q^{176} + \dots \quad (6)$$

Из (2) и (3) следует

$$\mathfrak{F}(\tau; 6, 6, 8) = 1 + 2Q^6 + 4Q^8 + 4Q^{20} + 2Q^{24} + 2Q^{26} + 4Q^{32} + 4Q^{44} + \\ + 4Q^{50} + 2Q^{54} + 4Q^{60} + 4Q^{72} + 8Q^{80} + 6Q^{86} + 2Q^{104} + 4Q^{110} + \\ + 4Q^{122} + 8Q^{128} + 4Q^{132} + 2Q^{150} + 4Q^{158} + 4Q^{164} + 8Q^{176} + \dots, \quad (7)$$

$$\mathfrak{F}_{21}(\tau; 0, 10) \mathfrak{F}_{78,1}(\tau; 0, 390) = Q^2 - Q^6 - Q^8 + Q^{20} + Q^{24} - Q^{44} - Q^{50} + \\ + Q^{78} + Q^{86} - Q^{122} - Q^{132} - Q^{158} + Q^{162} + Q^{164} - Q^{180} + \dots, \quad (8)$$

$$\mathfrak{F}_{61}(\tau; 0, 10) \mathfrak{F}_{234,1}(\tau; 0, 390) = Q^{18} - Q^{20} - Q^{26} + Q^{32} + Q^{44} - Q^{54} - Q^{72} + \\ + Q^{86} - Q^{96} + Q^{98} + Q^{104} - Q^{122} - Q^{128} + Q^{132} + \\ + Q^{150} - Q^{158} - Q^{164} + Q^{180} + \dots \quad (9)$$



Приняв во внимание выражения (6) — (9), нетрудно проверить, что все коэффициенты при  $Q^n$  ( $n \leq 168$ ) в разложении  $\Psi(\tau; 6, 6, 8)$  по степеням  $Q$  равны нулю. Итак, тождество (4) доказано.

Приравняв коэффициенты при одинаковых четных степенях  $Q$  в обеих частях тождества (4), получим

$$r(2n; 6, 6, 8) = \frac{1}{2} \rho(2n; 6, 6, 6) - \nu_1(2n) - \nu_2(2n). \quad (10)$$

Далее очевидно

$$r(n; 3, 3, 4) = r(2n; 6, 6, 8). \quad (11)$$

Из (11), (10) и (5) следует утверждаемое.

Аналогично устанавливаются и следующие две теоремы.

**Теорема 2.** 1) *Имеет место тождество*

$$\begin{aligned} \vartheta(\tau; 4, 2, 8) &= \frac{1}{2} \theta(\tau; 4, 2, 8) + \frac{2}{3} \vartheta_{21}(\tau; 0, 4) \vartheta_{62,1}(\tau; 0, 124) + \\ &- \frac{2}{3} \vartheta_{21}(\tau; 0, 8) \vartheta_{62,1}(\tau; 0, 248) - \frac{2}{3} \vartheta_{61}(\tau; 0, 8) \vartheta_{186,1}(\tau; 0, 248). \end{aligned}$$

2) Пусть  $n = 2^\alpha 31^\beta u$ ,  $(u, 62) = 1$ , Тогда

$$\begin{aligned} r(n; 2, 1, 4) &= \frac{\alpha + 1}{3} \left( 1 + \left( \frac{u}{31} \right) \sum_{d|u} \left( \frac{d}{31} \right) \right) + \\ &+ \frac{2}{3} \nu_1(2n) - \frac{2}{3} \nu_2(2n) - \frac{2}{3} \nu_3(2n), \end{aligned}$$

где  $\nu_1(2n)$ ,  $\nu_2(2n)$  и  $\nu_3(2n)$  соответственно обозначают коэффициенты при  $Q$  в разложении функций  $\vartheta_{21}(\tau; 0, 4) \vartheta_{62,1}(\tau; 0, 124)$ ,  $\vartheta_{21}(\tau; 0, 8) \times \vartheta_{62,1}(\tau; 0, 248)$  и  $\vartheta_{61}(\tau; 0, 8) \vartheta_{186,1}(\tau; 0, 248)$  по степеням  $Q$ .

**Теорема 3.** 1) *имеет место тождество*

$$\begin{aligned} \vartheta(\tau; 4, 2, 12) &= \frac{1}{2} \theta(\tau; 4, 2, 12) + \frac{6}{5} \vartheta_{21}(\tau; 0, 6) \vartheta_{94,1}(\tau; 0, 282) + \\ &+ \frac{2}{5} \vartheta_{21}(\tau; 0, 4) \vartheta_{94,1}(\tau; 0, 188) - \frac{2}{5} \vartheta_{21}(\tau; 0, 12) \vartheta_{94,1}(\tau; 0, 564) + \\ &- \frac{2}{5} \vartheta_{10,1}(\tau; 0, 12) \vartheta_{470,1}(\tau; 0, 564) - \frac{2}{5} \vartheta_{61}(\tau; 0, 12) \vartheta_{382,1}(\tau; 0, 564). \end{aligned}$$

2) Пусть  $n = 2^\alpha 47^\beta u$ ,  $(u, 94) = 1$ . Тогда

$$\begin{aligned} r(n; 2, 1, 6) &= \frac{\alpha + 1}{5} \left( 1 + \left( \frac{u}{47} \right) \right) \sum_{d|u} \left( \frac{d}{47} \right) + \frac{6}{5} \nu_1(2n) + \\ &+ \frac{2}{5} \nu_2(2n) - \frac{2}{5} \nu_3(2n) - \frac{2}{5} \nu_4(2n) - \frac{2}{5} \nu_5(2n), \end{aligned}$$

где  $\nu_1(2n)$ ,  $\nu_2(2n)$ ,  $\nu_3(2n)$ ,  $\nu_4(2n)$  и  $\nu_5(2n)$  соответственно обозначают коэффициенты при  $Q^{2n}$  в разложении функции

$\Phi_{21}(\tau; 0, 6) \Phi_{94,1}(\tau; 0, 282)$ ,  $\Phi_{21}(\tau; 0, 4) \Phi_{94,1}(\tau; 0, 188)$ ,  $\Phi_{21}(\tau; 0, 12) \Phi_{94,1}(\tau; 0, 564)$ ,  
 $\Phi_{10,1}(\tau; 0, 12) \Phi_{470,1}(\tau; 0, 564)$  и  $\Phi_{61}(\tau; 0, 12) \Phi_{282,1}(\tau; 0, 564)$  по степеням  $Q$ .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 30. 1. 1970)

მათემატიკა

თ. ვეფხვაძე

დადებითად განსაზღვრულ  $n$  კენტი დისკრიმინანტის მქონე  
 ბინარულ  $n$  კვადრატულ ფორმებით რიცხვთა წარმოდგენის  
 შესახებ  
 რეზიუმე

მიღებულია ფორმულები ნატურალური რიცხვის წარმოდგენათა რაოდენობისათვის  $3x^2 + 3xy + 4y^2$ ,  $2x^2 + xy + 4y^2$  და  $2x^2 + xy + 6y^2$  ფორმებით.

MATHEMATICS

T. V. VEPKHVADZE

ON THE REPRESENTATION OF NUMBERS BY THE POSITIVE  
 BINARY QUADRATIC FORMS OF ODD DISCRIMINANTS

Summary

Formulae are obtained for the number of representations of non-negative integers in the forms:  $3x^2 + 3xy + 4y^2$ ,  $2x^2 + xy + 4y^2$  and  $2x^2 + xy + 6y^2$ .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Ломадзе. *Мат. сб.*, 68:2, 1965, 282—312.
2. Т. В. Вепхвадзе. *Сообщения АН ГССР*, 56, 2, 1969, 277—280.



А. А. ЕДИБЕРИДЗЕ

СТОХАСТИЧЕСКИЕ ГРАФЫ, ОБЛАДАЮЩИЕ СВОЙСТВАМИ РЕКУРРЕНТНЫХ ЦЕПЕЙ МАРКОВА ОСОБОГО ТИПА

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 30.1.1970)

Рассмотрим граф с одной начальной вершиной, для которого выполнены следующие требования:

1. Каждая вершина графа связана с каждой другой вершиной в том смысле, что для любых двух вершин  $i$  и  $j$ , для которых  $i < j$ , существует направленная дуга  $(i, j)$  с ориентацией от  $i$  к  $j$ .
2. Каждая вершина имеет петлю, т. е. образует дугу типа  $(i, j)$ .
3. Каждая последующая вершина в соответствии с присвоенным ей номером связана с предыдущей двумя параллельными дугами  $(i, j)$  и  $(j, i)$  с противоположной ориентацией. Предполагается, что вершины пронумерованы числами натурального ряда без повторений.

Если рассматривать такой граф как случайную модель некоторой системы с дискретными состояниями  $(i, j = 0, 1, 2, \dots)$ , то все его вершины можно считать альтернативными, имеющими несколько исходов, а исходящие из них дуги характеризовать вероятностями перехода  $p_{ij}$ .

Возвратные дуги позволяют рассматривать альтернативные вершины в классе рекуррентных событий, пользоваться некоторыми результатами из соответствующей области теории вероятностей. Более того, получается цепь Маркова с условным одношаговым смещением. Ниже будет доказан ряд предположений для такого рода марковских цепей на графах с использованием двойственной теоремы линейного программирования.

**Теорема 1.** *Граф, удовлетворяющий условиям 1, 2, 3, описывается стохастической матрицей вида*

$$P = \|p_{i,j}\|, \text{ где } p_{i,j} = 0, \text{ если } i + 1 < j. \quad (1)$$

Рассмотрим вопрос существования предельного распределения такого рода цепей Маркова. Известно, что если существует неотрицательное решение  $\{x_j\}$  для системы неравенств

$$\sum_j p_{i,j} X_j \leq X_i - 1, \quad i > 0 \text{ при условии: } \sum_j p_{0,j} X_j < \infty, \quad (2)$$

то существует стационарное распределение вероятностей для описываемого процесса.

Для матрицы (1) имеем:  $p_{0,j} = p_{j,0}$  при  $j \geq 0$ ;  $p_{i,j} = p_{j-i+1,i}$  при  $i \geq 1, j \geq i - 1$  и  $p_{i,j} = 0$  во всех других случаях.

Пусть  $\gamma_n = 0 \cdot p_{0,n} + 1 \cdot p_{1,n} + 2 \cdot p_{2,n} + \dots, n \geq 1$ .

Условное математическое ожидание определим как

$$M \{X_{t+1} - X_t / X_t = n\} = M \{X_{t+1} / X_t = n\} - n =$$

$$= \sum_{l=0}^{\infty} (n+l-1) p_{l,n} - n = \gamma_n - 1.$$

Следовательно, наличие одношаговое смещение марковской цепи при условии  $n \geq 1$ .

**Теорема 2.** *Марковская цепь характеризуется ненулевым предельным распределением для несокращаемой, апериодической матрицы вида (1), если:  $\gamma_n < \infty$ ,  $n \geq 0$  и  $\limsup_{n \rightarrow \infty} \gamma_n < 1$ .*

Докажем существование неотрицательного решения неравенства (2).

**Лемма 1.** Если  $\limsup_{n \rightarrow \infty} \gamma_n < 1$ , то существует целое число  $N$  и действительное число  $\beta$  ( $0 < \beta < 1$ ) такое, что  $\gamma_n \leq \beta$  для всех  $n \geq N$ .

**Лемма 2.** Если  $\limsup_{n \rightarrow \infty} \gamma_n > 1$  и  $\gamma_n < \infty$  для всех  $n$ , то существует действительное число  $R$  такое, что  $\gamma_n \leq R$  для всех  $n$ .

Ищем решение системы неравенств (2) в виде

$$X_0, X_1, \dots, X_{N-1}; X_j = j/(1-\beta) + C \text{ для } j \geq N.$$

Нетрудно видеть, что существует множество  $\{X_0, X_1, \dots, X_{N-1}, C\}$ , которое удовлетворяет системе (2) и дает  $X_j \geq 0$ . Рассмотрим случай

$$\begin{aligned} i \geq N+1, \quad \sum_{j=0}^{\infty} p_{i,j} X_j &= \sum_{j=i-1}^{\infty} p_{j-i+1,i} X_j = \\ &= \sum_{l=0}^{\infty} p_{l,i} [(l+i-1)/(1-\beta) + C]. \end{aligned}$$

Так как  $X_j = j/(1-\beta) + C$  для всех  $j \geq N$ , то

$$\sum_{j=0}^{\infty} p_{i,j} X_j = \frac{\gamma_i + i - 1}{(1-\beta) + C} \text{ и } \sum_{j=0}^{\infty} p_{i,j} X_j \leq \frac{i}{(1-\beta) + C - 1} = X_i - 1$$

$\gamma_i < \beta$  для всех  $i \geq N+1$ .

Следовательно,  $X_j = \frac{j}{1-\beta} + C$  неотрицательно при  $j \geq N$ . Это легко выполнить, если потребовать, чтобы  $C \geq 0$ .

Рассмотрим случай  $i = N$

$$\begin{aligned} \sum_{j=0}^{\infty} p_{N,j} X_j &= p_{0,N} X_{N-1} + \sum_{l=1}^{\infty} p_{l,N} [(l+N-1)/(1-\beta) + C] = p_{0,N} X_{N-1} + \\ &+ (\gamma_N + N - 1)/(1-\beta) - p_{0,N} (N-1)/(1-\beta) + C \sum_{l=1}^{\infty} p_{l,N}. \end{aligned} \quad (3)$$

Так как  $\gamma_n \leq \beta$ , имеем ограничение сверху, то есть

$$\sum_{j=0}^{\infty} p_{N,j} X_j \leq p_{0,N} X_{N-1} + \frac{\beta + N}{1-\beta} + C \sum_{l=1}^{\infty} p_{l,N}. \quad (4)$$

Выражение (3), исходя из условия (4), должно быть меньше или равно  $(X_N - 1)$ . Следовательно, (4) является более сильным ограничением.



Пусть  $X_N = N / [(1 - \beta) + C]$ , тогда

$$p_{0, N} X_{N-1} + C \left[ \sum_{l=1}^{\infty} p_{l, N-1} \right] \leq -\frac{1}{1-\beta}. \quad (5)$$

Несокращаемость марковской цепи означает  $p_{0, i} > 0$  при любых произвольно взятых. Преобразуем (5) к виду

$$X_{N-1} - C \leq -[(1 - \beta) p_{0, N}]^{-1}. \quad (6)$$

Если  $i = N - 1$ , имеем

$$\sum_{j=0}^{\infty} p_{N-1, j} X_j = p_{0, N-1} X_{N-2} + p_{1, N-1} X_{N-1} + \sum_{l=2}^{\infty} p_{l, N-1} [l(N-2) / (1-\beta) + C]. \quad (7)$$

При этом имеем ограничение сверху

$$p_{0, N-1} X_{N-2} + p_{1, N-1} X_{N-1} + C \sum_{l=2}^{\infty} p_{l, N-1} \leq -1 - \frac{R + N}{1-\beta}. \quad (8)$$

Используя условия (7) и (8), получаем

$$p_{0, N-1} X_{N-2} + (p_{1, N-1} - 1) X_{N-1} + C \sum_{l=2}^{\infty} p_{l, N-1} \leq -1 - \frac{R + N}{1-\beta}. \quad (9)$$

Продолжая комбинировать неравенства для случаев  $i = 0, 1, 2, \dots, N - 1, N$ , получаем систему неравенств, которое дает решение  $\{X_1, X_2, \dots, X_{N-1}, C\}$  такое, что  $X_1, X_2, \dots, X_{N-1}, X_j = \frac{j}{1-\beta}$  для  $j \geq N$  является неотрицательным решением неравенства (2)  $j > 0$ .

В рассматриваемом случае имеем  $\min \bar{w} \geq 0$  при  $\bar{w} A \geq (-1, 0, 0, \dots), \bar{w} \geq 0$ . Таким образом, существование, по крайней мере, одного неотрицательного решения  $-\bar{w} = 0$  полученной системы, следует из записи

$$\begin{aligned} \omega_1 p_{0, 1} &\geq -1, \\ \omega_2 p_{0, 2} + \omega_1 (p_{1, 1} - 1) &\geq 0, \\ \omega_2 (p_{0, 2} - 1) + \omega_1 p_{2, 1} &\geq 0, \\ &\dots \\ &\dots \\ \omega_N + \omega_{N-1} (p_{1, N-1} - 1) + \omega_{N-2} p_{2, N-2} + \dots + \omega_1 p_{N-1, 1} &\geq 0, \\ \omega_N + \omega_{N-1} \sum_{l=2}^{\infty} p_{l, N-1} + \omega_{N-2} \sum_{l=3}^{\infty} p_{l, N-2} + \dots + \omega_1 \sum_{l=N}^{\infty} p_{l, 1} &\geq 0. \end{aligned} \quad (11)$$

Складывая все неравенства, кроме первого, и учитывая, что  $p_{0, i} + p_{1, i} + \dots = 1$  для всех  $i$ , получаем  $\omega_1 (-p_{0, 1}) \geq 0$ .

Поскольку марковская цепь, описывающая рассматриваемый стохастический граф, несокращаемая, т. е.  $p_{0, 1} > 0$ , можно предполагать, что  $\omega_1 \leq 0$ . Это означает при двойственном ограничении  $\omega_1 \geq 0$ , что  $\omega_1 = 0$ . Далее, складывая все неравенства, кроме первых двух, и принимая теперь  $\omega_1 = 0$ , получаем  $\omega_2 (-p_{0, 2}) \geq 0$ . Рассуждая аналогичным образом и продолжая этот процесс, находим  $\bar{w} = 0$ . Другими словами, единственно возможное решение в двойственной задаче — нулевое. Но это означает, что двойственная задача имеет оптимальное решение. Следовательно, и основная задача тоже имеет решение.

Таким образом, доказано существование неотрицательного решения для системы неравенств (2). Второе условие  $\sum_{j=0}^{\infty} p_{0,j} X_j < \infty$  следует из соотношения  $\sum_{i=0}^{\infty} l p_{i,0} < \infty$ , когда  $X_j = \frac{1}{(1-\beta) + C}$  при  $j \geq N$ .

Для всех переменных получаем последовательность  $X_0 = C + A_0, X_1 = C + A_1, \dots, X_{N-2} = C + A_{N-2}, X_{N-1} = C + q_{N-1}$ . Нетрудно видеть, что всегда существует некоторое неотрицательное число  $C > 0$ , которое дает  $X_j \geq 0$ , удовлетворяющие (2). Последнее означает существование решения, что и требовалось доказать.

**Теорема 3.** *Марковская цепь, описывающая стохастический граф, удовлетворяющий условиям 1, 2, 3, рекуррентна, если*

а) *существует решение системы (2);*

б)  $\gamma_n \leq 1$  при  $n \geq N$ .

Приведенные рассуждения показывают, что в ряде случаев, когда стохастический граф представляет из себя почти полный граф с петлями в каждой вершине, он может быть интерпретирован как система марковского типа, обладающая особыми свойствами.

Тбилисский государственный  
университет

(Поступило 30.1.1970)

მათემატიკა

ა. ედიბერიძე

სტოქასტიკური გრაფები, რომელთაც აქვთ განსაკუთრებული სახის რეკურენტული მარკოვის ჯაჭვის თვისებები

რეზიუმე

შესწავლილია სტოქასტიკური ბადური გრაფები. მათემატიკურად ასეთი გრაფები აღწერილია მარკოვის ჯაჭვის საშუალებით, რომელსაც აქვს არანულოვანი ზღვრული განაწილება. დამტკიცების დროს გამოყენებულია წრფივი პროგრამირების თეორემა.

MATHEMATICS

A. A. EDIBERIDZE

### STOCHASTIC GRAPHS WITH PROPERTIES OF RECURRENT MARKOV CHAINS OF SPECIAL TYPE

Summary

Some questions concerning the network-type stochastic graph are considered. The mathematical network model is described by the Markov chain with non-zero limit distribution. Analysis of the above properties of the Markov chain is carried out by using the duality theorem of linear programming.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Феллер. Введение в теорию вероятностей и ее приложения, т. I, ч. 1. М., 1967.
2. К. Берг. Теория графов и ее применения. М., 1962.



В. В. ЧАВЧАНИДЗЕ (член-корр. АН ГССР), И. Ш. ЧУМБУРИДЗЕ

### ОПИСАНИЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С ПОМОЩЬЮ СТОХАСТИЧЕСКИХ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ

Для описания формальных нейронов и нейронных сетей [1, 2] нами ранее был использован аппарат ортонормированных дискретных аналитических вектор-матриц состояний логических переменных [3]. Этот аппарат годен для описания детерминированных событий, происходящих в нейронных сетях, но не пригоден в тех случаях, когда возбуждения входов несут вероятностный характер. В этом случае функционирование нейронов при том или ином наборе входных аргументов может быть описано с помощью вероятностных (в дальнейшем, согласно [4], именуемых стохастическими) переключаательных функций для произвольного числа стохастических (вероятностных) аргументов.

При этом не требуется создания какого-либо особого нового аппарата: достаточно в соответствующих логических формах совершить переход от детерминированных переменных  $A_i$  к вероятностным  $P_i$ , соблюдая определенные правила кодировки и подстановки альтернативных значений  $P_i$ : либо  $P_i$ , либо  $\bar{P}_i$  в зависимости от рассматриваемого набора входов.

Изменим несколько предпосылки, используемые нами при описании детерминированных нейронных сетей. Рассмотрим схему событий

$$A = \left( \begin{array}{c} A_1, \bar{A}_1; A_2, \bar{A}_2; \dots; A_m, \bar{A}_m \\ P_1, \bar{P}_1; P_2, \bar{P}_2; \dots; P_m, \bar{P}_m \end{array} \right),$$

где  $A_i$  означает  $i$ -й вход данного нейрона, а  $P_i$  — вероятность возбуждения этого входа, для произвольного  $i = 1, 2, \dots, m$  выполняется условие нормировки:  $P_i + \bar{P}_i = 1$ .

Этой схеме сопоставляется система  $2m$  ортонормированных базисных вектор-матриц ранга  $2^m$  в форме

$$\Psi(P_1) = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_1 \\ \vdots \\ \bar{P}_1 \\ \bar{P}_1 \\ \vdots \\ \bar{P}_1 \end{bmatrix}, \quad \Psi(\bar{P}_1) = \begin{bmatrix} \bar{P}_1 \\ \bar{P}_1 \\ \vdots \\ P_1 \\ P_1 \\ \vdots \\ P_1 \end{bmatrix}, \quad \dots, \quad \Psi(P_{m-1}) = \begin{bmatrix} P_{m-1} \\ P_{m-1} \\ \vdots \\ \bar{P}_{m-1} \\ \bar{P}_{m-1} \\ \vdots \\ \bar{P}_{m-1} \end{bmatrix}, \quad \Psi(\bar{P}_{m-1}) = \begin{bmatrix} \bar{P}_{m-1} \\ \bar{P}_{m-1} \\ \vdots \\ P_{m-1} \\ P_{m-1} \\ \vdots \\ P_{m-1} \end{bmatrix},$$



$$\Psi(P_m) = \begin{pmatrix} P_m \\ P_m \\ P_m \\ \vdots \\ P_m \\ P_m \\ P_m \\ P_m \end{pmatrix}, \quad \Psi(\bar{P}_m) = \begin{pmatrix} \bar{P}_m \\ P_m \\ P_m \\ \vdots \\ \bar{P}_m \\ P_m \\ P_m \\ P_m \end{pmatrix}.$$

Эти вероятностные базисные вектор-матрицы сопоставимы системе  $2^m$  базисных вектор-матриц  $\Psi(A_1), \Psi(\bar{A}_1), \dots, \Psi(A_m), \Psi(\bar{A}_m)$ , описывающих состояния  $A_1, A_2, \dots, A_m$  входов нейронов и состоящих из элементов  $\sigma$  и  $\Lambda$ , подчиняющихся закону „все“ или „ничего“ [2].

Такое представление  $\Psi(P_i)$  в виде расширенных ортонормированных наборов позволяет осуществлять простые операции над системой вектор-матриц ранга  $2^m$ , сохраняя при этом операционное соответствие с булевыми операциями над двоичными аргументами (входы или пропозициональные переменные; в нашем случае — вероятности появления сигналов на входах).

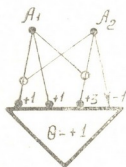


Рис. 1

Рассмотрим логическую форму  $Q_N$ , реализуемую изображенным на рис. 1 формальным нейроном с двумя входами  $A_1$  и  $A_2$  и порогом  $\Theta = +1$  при всем функционировании:  $Q_N = A_1 \& \bar{A}_2 \vee \bar{A}_1 \& A_2$ .

Аналитическая запись этого выражения с помощью базисных вектор-матриц состояний  $\Psi(A_1), \Psi(\bar{A}_1), \Psi(A_2), \Psi(\bar{A}_2)$

$$\Psi(A_1) = \begin{pmatrix} A_1 \\ \bar{A}_1 \\ \bar{A}_1 \\ A_1 \end{pmatrix}, \quad \Psi(\bar{A}_1) = \begin{pmatrix} \bar{A}_1 \\ \bar{A}_1 \\ A_1 \\ A_1 \end{pmatrix}, \quad \Psi(A_2) = \begin{pmatrix} A_2 \\ A_2 \\ \bar{A}_2 \\ \bar{A}_2 \end{pmatrix}, \quad \Psi(\bar{A}_2) = \begin{pmatrix} \bar{A}_2 \\ A_2 \\ A_2 \\ \bar{A}_2 \end{pmatrix}$$

будет выглядеть так:  $\Psi_Q(A_i) = \Psi(A_1) \cdot \Psi(\bar{A}_2) + \Psi(\bar{A}_1) \cdot \Psi(A_2)$ .

Соответствующая  $Q_N$  стохастическая переключательная функция от 2-х дихотомических стохастических переменных запишется в форме

$$\Psi_Q(P_i) = \Psi(P_1) \cdot \Psi(\bar{P}_2) + \Psi(\bar{P}_1) \cdot \Psi(P_2).$$

Следовательно, для определения аналитического вида стохастической переключательной функции нейрона от  $m$  дихотомических стохастических переменных необходимо в обычной записи логической функции, выполняемой данным нейроном, каждую логическую переменную заменить соответствующего ранга стохастической базисной вектор-матрицей, описывающей вероятность появления сигнала на входе нейрона.

Какое бы ни было выражение логической функции, реализуемой нейроном, соответствующая ей стохастическая переключательная функция символически запишется путем замены каждой  $A_i$  на  $P_i$ ,  $\bar{A}_i$  на

$\bar{P}_i$  ( $^1$ ), каждой операции „V“—на алгебраическое сложение (+) и операции „&“—на алгебраическое умножение ( $\cdot$ ).

Для приведенного примера стохастическая переключательная функция будет иметь вид

$$P_Q^1 = P_1 \cdot \bar{P}_2 + \bar{P}_1 \cdot P_2.$$

Это—вероятность срабатывания нейрона при конфигурации входов ( $A_1 \cdot A_2$ ), или первом входном наборе ( $\sigma$ ), или, переведя на язык 1 и 0, при входном наборе (1 1). В случае двух переменных (входов) у нейрона, как известно, может быть 4 таких входных набора:

$$(1\ 1; 1\ 0; 0\ 1; 0\ 0).$$

Чтобы определить вероятность срабатывания нейрона при других входных наборах, необходимо ввести оператор  $C_i$  инверсии переменной  $P_i$ .

Если во входном наборе соответствующая  $P_i$  переменная  $A_i$  представлена в виде  $\sigma$ , т. е. 1, то  $C_i^1$  будет тождественным оператором:  $C_i^1 P_i = P_i$ .

Если же переменная  $A_i$  во входном наборе представлена  $\Lambda$ , т. е. 0, то оператор  $C_i^0$ —оператор инверсии переменной  $P_i$ :  $C_i^0 P_i = \bar{P}_i$ .

Следовательно, для набора (1 0)  $P_Q$  примет значение

$$P_Q^2 = P_1 \cdot P_2 + \bar{P}_1 \cdot \bar{P}_2 \text{ и т. д.}$$

В общем случае число входных наборов равно  $n = 2^m$ , и мы получаем  $P_Q^n$  значений для вероятности срабатывания нейрона при той или иной входной конфигурации. Значит стохастическая переключательная функция, отражающая функционирование нейрона при вероятностных входах, выразится вектор-матрицей с  $2^m$  компонентами типа  $P_Q^n$ . В нашем случае она будет иметь вид

$$\Psi_Q(\check{P}_i) = \begin{bmatrix} P_Q^1 \\ P_Q^2 \\ P_Q^3 \\ P_Q^4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_1 \cdot \bar{P}_2 + \bar{P}_1 \cdot P_2 \\ P_1 \cdot P_2 + \bar{P}_1 \cdot \bar{P}_2 \\ \bar{P}_1 \cdot \bar{P}_2 + P_1 \cdot P_2 \\ \bar{P}_1 \cdot P_2 + P_1 \cdot \bar{P}_2 \end{bmatrix}.$$

Стохастическую переключательную функцию для данного нейрона можно получить и другим путем. Отсюда возникает второе правило. Чтобы, имея логическую функцию  $Q_N$ , выполняемую нейроном при детерминированных входах  $\check{A}_i$ , найти соответствующую ей стохастическую переключательную функцию  $\Psi_Q(\check{P}_i)$  при вероятностных входных возбуждениях  $\check{P}_i$ , достаточно в аналитической записи этого выражения  $\Psi_Q(\check{A}_i)$  произвести замену  $\Psi(\check{A}_i)$  на соответствующие базисные  $\Psi(\check{P}_i)$  и

( $^1$  Входам  $A_i = \sigma$  („включено“) соответствуют те вероятности, для которых в введенных обозначениях  $P_1 \geq \frac{1}{2}$  и  $P_2 \geq \frac{1}{2}$ . В противном случае (когда  $P_i < \frac{1}{2}$ ) событием становится  $\bar{P}_i$ , и необходимо произвести перекодировку— $\bar{P}_i$  обозначить через  $q_i$  и т. д.

выполнить диктуемые аналитической формой математические операции. На нашем примере эта последовательность алгоритмов будет выглядеть так:

$$\begin{aligned}
 Q_N &= A_1 \& \bar{A}_2 \vee \bar{A}_1 \& A_2; \\
 \Psi_Q(A_i) &= \Psi(A_1) \cdot \Psi(\bar{A}_2) + \Psi(\bar{A}_1) \cdot \Psi(A_2); \\
 \Psi_Q(P_i) &= \Psi(P_1) \cdot \Psi(\bar{P}_2) + \Psi(\bar{P}_1) \cdot \Psi(P_2) = \\
 &= \begin{vmatrix} P_1 \\ P_1 \\ \bar{P}_1 \\ \bar{P}_1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} \bar{P}_2 \\ P_2 \\ \bar{P}_2 \\ P_2 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} \bar{P}_1 \\ P_1 \\ \bar{P}_1 \\ P_1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} P_2 \\ \bar{P}_2 \\ P_2 \\ \bar{P}_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} P_1 \cdot \bar{P}_2 + \bar{P}_1 \cdot P_2 \\ P_1 \cdot P_2 + \bar{P}_1 \cdot \bar{P}_2 \\ \bar{P}_1 \cdot \bar{P}_2 + P_1 \cdot P_2 \\ \bar{P}_1 \cdot P_2 + P_1 \cdot \bar{P}_2 \end{vmatrix}.
 \end{aligned}$$

Чтобы рассчитать вероятность появления сигнала на выходе нейрона, включенного в сеть, при вероятностных входных возбуждениях необходимо взять выходную вектор-матрицу состояний нейрона, рассчитанную для случая детерминированных входов, и расписать ее в соответствующей логической форме. Затем указанным выше способом находить ее стохастическую переключающую функцию.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт кибернетики

(Поступило 27.12.1969)

გზიგონები

3. შავჩანიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),  
 ი. ჭუმბურიძე

ალბათური ნეირონული ქსელების აღწერა სტოქასტიური  
 ვადამართველი ფუნქციების საშუალებით  
 რეზიუმე

გამოყენებულია სტოქასტიური ვადამართველ ფუნქციათა მათემატიკური აპარატი ალბათური შესასვლელებიანი ნეირონული ქსელების ფუნქციონირების აღსაწერად. მოყვანილია ორი წესი  $m$  შესასვლელებიანი ნეირონის სტოქასტიური ვადამართველი ფუნქციის მისაღებად. ზემოთ ხსენებული აპარატის მოქმედება ნაჩვენებია ფორმალური ნეირონის მაგალითზე.

CYBERNETICS

V. V. CHAVCHANIDZE, I. Sh. CHUMBURIDZE  
 DESCRIPTION OF PROBABILITY NEURON NETWORKS BY  
 MEANS OF STOCHASTIC COMMUTING FUNCTIONS

Summary

The mathematical apparatus of stochastic commuting functions is used for the description of neuron network functioning. Two rules are given for obtaining stochastic commuting neuron functions with  $m$  inputs. The operation of the apparatus in question is demonstrated by an example of a formal neuron.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Чавчанидзе, И. Ш. Чумбуридзе. Сб. «Теоретические вопросы бионики». Тбилиси, 1966.
2. В. В. Чавчанидзе, И. Ш. Чумбуридзе. Сообщения АН ГССР, т. 46, № 3, 1967.
3. В. В. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, 33, № 1, 1964.
4. В. В. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, т. 51, № 2, 1968.

Г. Г. ЧАРАЕВ

## ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА РЕЛЕЙНЫХ УСТРОЙСТВ НА МОДУЛЯХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 7.1.1970)

Мажоритарный модуль логической схемы есть трехходовое комбинационное устройство с двумя выходами, на одном (вертикальном) из которых оно реализует функцию

$$f(x^1, x^2, x^3) = x^1 \# x^2 \# x^3, \quad (1)$$

а на другом (горизонтальном) — функцию, инверсную (1).

Рассматриваются такие неисправности схемы, которые эквивалентны принудительной подаче на входы одного модуля констант 0 или 1 в произвольных сочетаниях последних.

По методике, изложенной в [1], находим множество тестов модуля:

$$\Sigma \Pi_{\min} = 1335 \vee 1236 \vee 1345 \vee 1456 \vee 2346 \vee 2456. \quad (2)$$

Каждое слагаемое во (2) назовем элементарным тестом  $t_p$  ( $p = 1, 2, \dots, 6$ ) модуля. Каждый сомножитель в  $t_p$  назовем тест-набором  $\tau_{rp}$ , где  $r$  ( $r = 1, 2, 3, 4$ ) — номер тест-набора в  $t_p$ .

Для простоты предполагается такое построение модуля, что его неисправность изменяет значение обоих выходов одновременно. Любое другое предположение не меняет методику построения тестов. Кроме того, при построении тестов предполагается, что неисправности единичные, а диагностика проводится глубиной до модуля.

Расположим модули заданной схемы в определенном порядке по уровням. При этом модуль  $M_{ij}$   $j$ -го уровня ( $j = 1, 2, \dots$ ) с номером  $i$  ( $i = 1, 2, \dots$ ) имеет входами выходы модулей  $s$ -х ( $s \leq j$ ) уровней. Если входами некоторого модуля являются выходы модулей различных уровней  $s$ , то этот модуль приписываем к уровню, на единицу большему старшего среди  $s$ -уровней. На разветвления выходов ограничения не накладываются.

В соответствии со (2) можно записать

$$t_p = \{\tau_{1p}, \tau_{2p}, \tau_{3p}, \tau_{4p}\}, \quad \tau_{rp} = (x_{1p}^{\tau_1}, x_{2p}^{\tau_2}, x_{3p}^{\tau_3}),$$

где

$$x_{\beta p}^{\sigma_{\beta}} = \begin{cases} 0 & \text{при } \sigma_{\beta} = 0 \\ 1 & \text{при } \sigma_{\beta} = 1 \quad \beta = 1, 2, 3. \end{cases}$$

Назовем подмножество  $t_p^q$  ( $q = 0, 1, 2, 3, 4$ ) тест-наборов составляющей элементарного теста, если  $t_p^q \subseteq t_p$  где  $q$  обозначает число таких тест-наборов, что  $\tau_{rp} \in t_p$  и  $\tau_{rp} \in t_p^q$ .

Пусть на схему поданы  $T$  двоичных  $n$ -разрядных чисел. Тогда среди входных наборов модуля  $M_{ij}$  можно выделить составляющие  $(i^q)_{ij}$ . При этом для различных  $\rho$  можно получить разные  $q$ . Составляющую  $(i^q)_{ij}$  с наибольшим  $q$  назовем старшей составляющей элементарного теста. Определение  $(T+1)$ -го числа должно проводиться так, чтобы старшая составляющая увеличивалась на один тест-набор  $\tau_{r\rho}$  такой, что  $\tau_{r\rho} \in (i^q)_{ij}$  и  $\tau_{r\rho} \in t_\rho$ . При этом входные значения подбираем сперва для модулей первого уровня, а затем для последующих.

Назовем тест-наборы, в которых значения двух входов  $x_{ik}^b$  и  $x_{ik}^c$  совпадают, ограничивающими для входа  $x_{ik}^a$  ( $a \neq b \neq c$ ).

Выделим в схеме последовательность модулей  $M_{ij}, M_{i(j+k)}, \dots, M_{iz}$  ( $k = 1, 2, \dots; z > (j+k)$ ) такую, что:

1) только один выход модуля  $M_{i(j+u)}$  есть вход модуля  $M_{i(j+v)}$  ( $u = 0, 1, 2, \dots; v > u$ ) и

2) выход модуля  $M_{iz}$  есть выход самой схемы. Назовем такую последовательность информационным путем и обозначим через  $M_{ij} \rightarrow M_{iz}$ .

Будем считать, что информационный путь находится в рабочем состоянии, если изменение выхода модуля  $M_{ij}$  приводит к изменению внешнего выхода схемы. В противном случае информационный путь — в нерабочем состоянии.

Рассмотрим алгоритм построения проверяющего теста. Обозначим множество непроверенных модулей схемы через  $S$ .

Алгоритм 1. Пусть алгоритмом определены  $(g-1)$  значений  $n$ -разрядных чисел, и определим  $g$ -е значение.

1. а) Если  $S \neq \emptyset$ , то переходим к 2;

б) если  $S = \emptyset$ , то проверяющий тест схемы определен.

2. Выделим из  $S$  модуль  $M_{ij}$  с наименьшим значением  $j$  и переходим к 3.

3. Выделим информационный путь, содержащий наибольшее число непроверенных модулей, и переходим к 4.

4. Подадим на  $M_{ij}$  тест-набор  $\tau_{r\rho}$  такой, чтобы  $\tau_{r\rho} \in (i^q)_{ij}$  и  $\tau_{r\rho} \in t_\rho$ , где  $(i^q)_{ij}$  — старшая составляющая; переходим к 5.

5. а) Если последующий за  $M_{ij}$  модуль  $M_{ik}$  непроверен, то подадим на него тест-набор  $\tau_{r\rho}$  такой, чтобы  $\tau_{r\rho} \in (i^q)_{ik}$ ,  $\tau_{r\rho} \in t_\rho$  и  $\tau_{r\rho} \neq \tau(x_{ik}^a)$ , где  $x_{ik}^a$  — выход модуля  $M_{ij}$ , являющийся входом модуля  $M_{ik}$ ; переходим к 6;

б) если последующий за  $M_{ij}$  модуль  $M_{ik}$  проверен, то подадим на него тест-набор  $\tau_{r\rho}$  такой, чтобы  $\tau_{r\rho} \neq \tau(x_{ik}^a)$ , где  $x_{ik}^a$  — выход модуля  $M_{ij}$ ; переходим к 6.

6. а) Если модуль  $M_{ik}$  не имеет внешнего выхода, то переходим к 7.

7. Подадим на все оставшиеся модули схемы такие ограничивающие тест-наборы, чтобы любой нерассматриваемый информационный путь схемы был в нерабочем состоянии. Переходим к 1.



Необходимо отметить, что выполнение пункта 7 зависит от вида схемы, а это может привести в некоторых случаях к перебору.

Очевидно, что количество  $L_1$   $n$ -разрядных чисел, формирующих проверяющий тест, лежит в пределах  $4 \leq L_1 \leq 4l$ , где  $l$  — число модулей в схеме.

Предполагается, что проверяющим тестом выделен информационный путь, с  $p$ -модулями, содержащий один неисправный модуль.

Алгоритм 2. Пусть алгоритмом определены  $(h - 1)$  значений  $n$ -разрядных чисел, и определим  $h$ -е значение.

1. а) Если  $p \neq 1$ , то переходим к 2;

б) если  $p = 1$ , то диагностический тест определен.

2. Разобьем неисправный информационный путь на две части (младшую с числом модулей  $p_1$  и старшую — с  $p_2$ ) так, чтобы  $p_1$  было либо равным  $p_2$ , либо на единицу меньше. Переходим к 3.

3. Подадим на модуль  $M_{ij}$  с наибольшим  $j$  в младшей части ограничивающий тест-набор  $\tau(x_{ik}^a)$  (где  $x_{ik}^a$  — выход модуля  $M_{ik}$  того же пути) такой, чтобы значение выхода модуля  $M_{ij}$  (в предположении его исправности) не менялось. Остальные тест-наборы модулей старшей части не меняем. Переходим к 4.

4. а) Если значение внешнего выхода исправно, то, приняв младшую часть за вновь полученный неисправный путь, переходим к 1;

б) если значение внешнего выхода неисправно, то отнесем  $M_{ij}$  к старшей части и, приняв их за вновь полученный неисправный путь переходим к 1.

Очевидно, что количество  $L_2$   $n$ -разрядных чисел, формирующих диагностический тест информационного пути, лежит в пределах

$$\log_2 p \leq L_2 \leq p.$$

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 8.1.1970)

კიბარნობიკა

ზ. ჩარაბიძე

მოდულუბზე რელეური მოწყობილობების ტექნიკური დიაგნოსტიკა

რ ე ზ ი უ მ ე

გამოკვლეულია შემოწმებისა და დიაგნოსტიკის ტესტების შექმნის საკითხი ლოგიკური მოწყობილობებისათვის, რომელთა ფუნქციონალურ ელემენტებს წარმოადგენენ ორგანოსასკვლელიანი მაქორიტარული მოდულები.

G. G. CHARAEV

## TESTING FOR FAULTS IN LOGIC MODULAR STRUCTURES

## Summary

The problems of test-control of good working conditions and the diagnosis of failures of a combinational network whose functional elements are two-output majority modular units have been investigated.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Қарібский, П. П. Пархоменко, Е. С. Согомоян. Сб. «Абстрактная теория релейных устройств». М., 1966.



Л. Л. ЧХАИДЗЕ

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ МОМЕНТОВ К ВЫЧИСЛЕНИЮ НАПРАВЛЕНИЯ КАСАТЕЛЬНОГО СПУСКА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 25.1.1970)

Большинство градиентных методов, применяющихся для решения задач математического программирования, используют направление скорейшего убывания функции среди допустимых направлений, лежащих в пересечении полупространств, образованных касательными плоскостями к множеству возможных решений [1, 2]. Это понятие (называемое ниже направлением касательного спуска) может быть обобщено на задачи минимизации функционала в рефлексивных банаховых пространствах при операторных ограничениях, в частности на некоторые задачи оптимального управления [3].

Предложенные рядом авторов алгоритмы для приближенного решения подобных задач фактически включают в себя градиентное движение в направлении касательного спуска ([4—8] и др.). Основная сложность заключается в самом вычислении направления касательного спуска при ограничениях на управления или на фазовые координаты совместно с краевыми условиями. Эта задача сводится к линейной задаче оптимального управления с минимизируемой нормой [3]. В настоящей статье рассматриваются алгоритмы вычисления направления касательного спуска, получаемые при решении ее как проблемы положительных моментов [9].

Пусть дано дифференциальное уравнение

$$\frac{dx}{dt} = f(x, u), \quad x(t_0) = x_0, \quad (1)$$

где  $x(t)$  и  $u(t)$ —вектор-функции, принимающие значения в  $R^n$  и  $R^m$ . Управление считается принадлежащим к пространству  $L_2$ . Задача оптимального управления заключается в минимизации целевого функционала (для фиксированного  $t_1$ )

$$\Phi(u) = \Phi(x(t_1)) \quad (2)$$

при выполнении краевых условий

$$\varphi_k(x(t_1)) = 0, \quad 1 \leq k \leq K < n \quad (3)$$

и ограничений в форме неравенств на управления или (и) на фазовые координаты. Предполагается выполнение условий существования

и непрерывной дифференцируемости отображений, определяющих касательный конус [3].

Согласно [3], определение направления касательного спуска при фиксированном допустимом управлении  $u_0(t)$  эквивалентно нахождению управления минимальной нормы в  $L_2$ , для которого решение уравнения в вариациях

$$\frac{dx}{dt} = D_1 f(x_0, u_0) \cdot x + D_2 f(x_0, u_0) \cdot u(t), \quad x(t_0) = 0 \quad (4)$$

удовлетворяет краевым условиям

$$D\Phi(x_0(t_1)) \cdot x(t_1) = -1, \quad D\varphi_h(x_0(t_1)) \cdot x(t_1) = 0. \quad (5)$$

Пользуясь формулой Коши, условия (5) можно известным образом выразить в интегральной форме [10] (пределы интегрирования всюду от  $t_0$  до  $t_1$ )

$$\int h_k^T(t) u(t) dt = c_k, \quad 0 \leq k \leq K, \quad (6)$$

где  $c_0 = -1$  и  $c_k = 0$  для остальных  $k$ .

Введем ограничения в форме неравенств на управления:

$$q_i(u(t)) \geq 0, \quad 1 \leq i \leq I. \quad (7)$$

При наличии ограничения (7) направление касательного спуска почти всюду должно удовлетворять условию (где  $M_i = \{t: q_i(u_0(t)) = 0\}$ ) [3].

$$Dq_i(u_0(t)) \cdot u(t) = Q_i^T(t) \cdot u(t) \geq 0, \quad t \in M_i. \quad (8)$$

Используя развитые в [9] методы минимизации нормы  $u(t)$  при ограничениях вида (6) и (8), получаем следующее правило для вычисления направления касательного спуска. Составим вектор-функцию

$$h(t) = \sum_k \lambda_k h_k(t) + \sum_i \nu_i(t) \cdot Q_i(t). \quad (9)$$

Минимизируем норму  $h(t)$ :

$$\|h^*\|^2 = \text{Min}_{\lambda_k, \nu_i} \|h\|^2 = \text{Min}_{\lambda_k, \nu_i} \int |h(t)|^2 dt \quad (10)$$

по всем  $\lambda_k$ , удовлетворяющим условиям  $\sum_k c_k \lambda_k = 1$ , и всем неотрицательным  $\nu_i(t) \in L_2$ . Направление касательного спуска  $u^*(t)$  существует тогда и только тогда, когда  $\|h^*\| > 0$ . Для пространства со скалярным произведением, согласно принципу максимума [10], оно равно

$$u^*(t) = \|h^*\|^{-1} \cdot h^*(t). \quad (11)$$

Если  $\|h^*\| = 0$ , в  $u_0(t)$  выполняется необходимое условие минимума.

Рассматривая условия минимума квадратичного функционала (10) по аргументам  $\lambda_k$  и  $\nu_i$  и принимая  $\nu_i(t) = 0$  при  $t \notin M_i$ , приходим к условиям

$$D(t) \cdot \nu(t) + F(t) \cdot \lambda = y(t), \quad (12)$$

$$\int F^T(t) \cdot \nu(t) dt + H \cdot \lambda = c \cdot \alpha, \quad c^T \cdot \lambda = 1, \quad (13)$$



$$y^T(t) \cdot v(t) = 0, \tag{14}$$

$$v(t) \geq 0, \quad y(t) \geq 0, \tag{15}$$

где  $\alpha$ —число,  $v(t)$ ,  $y(t)$ ,  $\lambda$ ,  $c$ —вектора с компонентами  $v_i(t)$ ,  $y_i(t)$ ,  $\lambda_k$ ,  $c_k$ ,  $1 \leq i \leq I$ ,  $0 \leq k \leq K$ ,  $D(t)$ ,  $F(t)$ ,  $H$ —матрицы

$$D_{ij}(t) = Q_i^T(t) Q_j(t), \quad F_{ik} = Q_i^T(t) \cdot h_k^T(t), \quad H_{kl} = \int h_k^T(t) h_l(t) dt. \tag{16}$$

Условие (14) означает, что ограничения (8) можно либо не учитывать, либо считать (8) равенством. Введем обозначения

$$U_i = \{t: y_i(t) = 0\}, \quad V_i = \{t: v_i(t) < 0\}, \quad W_i = \{t: y_i(t) < 0\}. \tag{17}$$

Если задаться множествами  $U_i$ , то эта альтернатива определяет некоторые  $v(t)$  и  $\lambda$ , удовлетворяющие (12)—(14) (но не (15)), а тем самым и  $V_i$ ,  $W_i$ . Нахождение  $U_i = U_i^*$  таких, что соответствующие им  $\mu V_i = 0$  и  $\mu W_i = 0$ , эквивалентно решению задачи (12)—(15).

Заметим, что в практически встречающихся задачах управления, как правило, кусочно-непрерывны и множества  $U_i^*$  мало меняются на каждом шаге градиентной процедуры (если он достаточно мал). Поэтому решение (12)—(15) удобно находить, определяя путем последовательных приближений  $U_i^*$ , причем в качестве исходного приближения берутся  $U_i^*$ , известные от предыдущего шага градиентной процедуры.

Например, удобна следующая процедура:

$$U_i^{r+1} = (U_i^r \cup W_i^r) \setminus V_i^r. \tag{18}$$

Нахождение в (18)  $V_i^r$  и  $W_i^r$  по  $U_i^r$  через (12)—(14) сводится к обращению  $D(t)$  для каждого  $t$  и решению линейной системы  $n$ -го порядка (в невырожденном случае). Можно показать, что при кусочной непрерывности  $h(t)$  и  $Q(t)$  сходимость меры множеств  $V_i$  и  $W_i$  к нулю имеет степенную оценку.

Рассмотрим случай, когда ограничения наложены на фазовые координаты

$$g_j(x(t)) \geq 0, \quad 1 \leq j \leq G. \tag{19}$$

Направление касательного спуска должно удовлетворять условию [3]:

$$Dg_j(x_0(t)) \cdot x(t) = \int_{t_0}^t b^T(\tau) B^T(\tau) u(\tau) d\tau \geq 0, \quad t \in N_j, \tag{20}$$

где  $N_j = \{t: g_j(x_0(t)) = 0\}$ —замкнуто,  $b(t)$ —вектор-функция,  $B^T(t)$ —матричная функция. Выражение (9) принимает для этого случая вид [3, 9]

$$h(t) = \sum_k \lambda_k h_k(t) + \sum_j B(t) \int_{t_0}^{t_1} b_j(\tau) d\mu_j(\tau), \tag{21}$$

где  $\mu_j$ —неотрицательная мера, сосредоточенная на  $N_j$ .



Рассматривая вместо меры  $\mu_j$  эквивалентный ей функционал в пространстве  $AC$  [3, 9], можно составить систему интегральных уравнений, соответствующую (12)—(14), не приводимую здесь из-за громоздкости. Однако для вычислительных целей достаточно принять, что ограничение (19) выполняется в конечном множестве точек  $\{t_s\}$ . Тогда (где  $\mu_{js} \geq 0$ ) [9]

$$h(t) = \sum_k \lambda_k h_k(t) + \sum_j \sum_{t \leq t_s} B(t) b_j(t_s) \cdot \mu_{js}. \quad (22)$$

Условия типа (12)—(15) в этом случае сохраняют свой вид. Для их решения могут быть применены алгоритмы, аналогичные (18), при этом решение линейной системы для нахождения  $\mu_{js}$  целесообразно производить путем последовательных приближений одновременно с процедурой (18).

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 29.1.1970)

კიბერნეტიკა

ლ. ჩხაიძე

მომენტების პრობლემის გამოსწავლა მხები დავების მიმართულების  
ანბარიშისათვის ოპტიმალური მართვის ამოცანების ამოხსნისას

რეზიუმე

განხილულია ფუნქციონალის უსწრაფესი შემცირების მიმართულების  
გამოთვლის მეთოდი ოპტიმალური მართვის ამოცანებისათვის შეზღუდვის პი-  
რობებით. მიღებულია ალგორითმი, რომელიც ემყარება ამოცანის დადები-  
თი მომენტების პრობლემამდე, დაყვანას.

CYBERNETICS

L. L. CHKHAIDZE

## APPLICATION OF THE PROBLEM OF MOMENTS TO THE FINDING OF THE STEEPEST DESCENT DIRECTION IN OPTIMAL CONTROL PROBLEMS

Summary

The method of the steepest descent direction finding of a functional with constraints in the problem of optimal control is considered. An algorithm based on reducing the problem to the problem of positive moments is built.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Дж. Хедли. Нелинейное и динамическое программирование. М., 1967.
2. Дж. Денис. Математическое программирование и электрические цепи. М., 1961.
3. Л. Л. Чхаидзе. Сообщения АН ГССР, 57, № 1, 1970.
4. Д. Брайсон, В. Денхэм. Прикладная механика, № 2, 1962.
5. Л. И. Шатровский. ЖВМ и МФ, т. 2, № 3, 1962.
6. Н. Е. Кирич. Вычислительные методы теории оптимального управления. Л., 1968.
7. Е. С. Левитин, Б. Т. Поляк. ЖВМ и МФ, т. 6, № 5, 1966.
8. В. Ф. Демьянов, А. М. Рубинов. Приближенные методы решения экстремальных задач. Л., 1968.
9. Л. Л. Чхаидзе. Сообщения АН ГССР, 56, № 3, 1969.
10. Н. Н. Красовский. Теория управления движением. М., 1968.

А. Д. ГУРЧУМЕЛИЯ

## О ЛОКАЛЬНЫХ ОБМЕННЫХ ПОТЕНЦИАЛАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Мирианашвили 14.1.1970)

1. В квантовомеханических расчетах многоэлектронных систем при помощи самосогласованного поля Хартри—Фока с ростом числа электронов растет объем вычислительной работы, в основном за счет нелокального характера обменного оператора, имеющего вид

$$\hat{A} \psi_i(i) = \sum_j \delta_{z_i z_j} \int \frac{\psi_j^*(x_j) \psi_i(x_j)}{|\vec{r}_i - \vec{r}_j|} d\tau_j \cdot \psi_j(x_i). \quad (1)$$

В связи с этим Слэтер [1] предложил использовать вместо нелокального обменного оператора локальный обменный потенциал. В последнее время этому вопросу был посвящен ряд работ [2, 3].

В данной работе мы рассмотрим несколько возможных способов построения локальных обменных потенциалов с целью получения нового значения коэффициента перед плотностью электронов в степени  $1/3$ , которой и пропорционален локальный обменный потенциал. Кроме того, предложен модифицированный вид обменного потенциала.

2. Метод плоских волн (МПВ). Перепишем (1) в виде

$$\hat{A} \psi_i = \left( \frac{\hat{A} \psi_i}{\psi_i} \right) \psi_i = A_x \psi_i. \quad (2)$$

Если в выражении для  $A_x$  вместо функций  $\psi_i$  поставить плоские волны и суммирование по  $j$  заменить интегрированием по всем занятым состояниям, получим (в ридбергах)

$$A_x = 8 F_1(\eta) \left( \frac{3}{8\pi} \rho \right)^{1/3}, \quad (3)$$

$$F_1(\eta) = \frac{1}{2} + \frac{1 - \eta^2}{4\eta} \ln \left| \frac{1 + \eta}{1 - \eta} \right|, \quad \eta = \frac{P_i}{P_F}. \quad (4)$$

Здесь  $P_i$ —импульс рассматриваемого электрона;

$P_F$ —фермиевский импульс

$$P_F = (3\pi^2 \rho)^{1/3}, \quad (5)$$

где  $\rho$ —плотность электронов. В отличие от кулоновского взаимодействия, обменный потенциал зависит от состояния электрона. Эта зависимость учитывается при помощи функции  $F_1(\eta)$ . Слэтер [2] усредняет функцию  $F_1(\eta)$  по всем занятым состояниям и в (3) вместо  $F_1(\eta)$ ставляет ее среднее значение, равное  $3/4$ . В результате получается следующий усредненный обменный потенциал Слэтера:

$$A_{xs} = 6 \left( \frac{3}{8\pi} \rho \right)^{1/3} = 3 \frac{1}{\pi} P_F(r), \quad (6)$$



нашедший широкое применение в расчетах атомных структур [4] (6) не является единственным возможным видом локального обменного потенциала и возникает вопрос об его наилучшем виде. Так, например, в работе [5] применением вариационного метода (ВМ) для полной обменной энергии был найден следующий локальный обменный потенциал:

$$A_{xG} = 4 \left( \frac{3}{8\pi} \rho \right)^{1/3} = 2 \frac{1}{\pi} P_F(r). \quad (7)$$

3. Метод классического аналога обмена (МКАО). Фок [6] нашел, что для обменного взаимодействия существует следующий классический аналог:

$$A_{xk} = \frac{4\pi}{P_i^2} \rho. \quad (8)$$

С учетом формулы (7), (8) примет вид

$$A_{xk} = 8 F_2(\eta) \left( \frac{3}{8\pi} \rho \right)^{1/3}, \quad (9)$$

где

$$F_2(\eta) = \frac{1}{3\eta^2}. \quad (10)$$

Здесь  $F_2(\eta)$  играет ту же роль, что и  $F_1(\eta)$  в обменном потенциале (3). Сравнение этих функций дано в табл. 1.

Таблица 1

$\eta$	$F_1(\eta)$	$F_2(\eta)$
0	1	$\infty$
1	1/2	1/3
$\infty$	0	0
$\langle F(\eta) \rangle$	3/4	1

Если в (9) вместо  $F_2(\eta)$  поставить ее среднее значение, получим следующий усредненный обменный потенциал на основе теории Фока о классическом аналоге обмена:

$$A_{x\Phi} = 8 \left( \frac{3\rho}{8\pi} \right)^{1/3} = 4 \frac{1}{\pi} P_F(r). \quad (11)$$

Классический аналог обмена дает следующее выражение для полной обменной энергии:

$$E_c = 2 \left( \frac{3}{\pi} \right)^{1/3} \int \rho^{4/3}(r) d\tau, \quad (12)$$

варьированием которого по  $\rho$  получаем локальный обменный потенциал следующего вида:

$$A_{x\Phi B} = \frac{16}{3} \left( \frac{3}{8\pi} \rho \right)^{1/3} = \frac{8}{3} \frac{1}{\pi} P_F(r). \quad (13)$$

Уравнения (11) и (13) впервые получены в этой работе и о результатах их использования в конкретных расчетах будет сообщено отдельно.

Все вышеприведенные локальные обменные потенциалы могут быть записаны в едином виде

$$A_x = \gamma \frac{1}{\pi} P(r). \quad (14)$$



Значение коэффициента  $\gamma$  зависит от используемого метода. В табл. 2 приведены эти значения  $\gamma$ .

Таблица 2

Вид приближения	МПВ	ВМ	КАО	хФВ
$\gamma$	3	2	4	8/3

4. Имеется также метод эмпирического множителя (МЭМ), согласно которому полная энергия системы вычисляется для разных  $\gamma$  и за истинное его значение считается то значение, при котором она минимальна [2]. Как правило, МЭМ приводит к хорошим волновым функциям и близким к хартри-фоковским значениям энергетических параметров.

Известно также, что введение в обменный потенциал свободного параметра является одной из попыток учета корреляции электронов в рамках одночастичного формализма. Следуя работе [7], мы заменим в обменных членах уравнений Хартри—Фока кулоновское отталкивание между электронами экранированным потенциалом вида

$$\frac{1}{|\bar{r}_i - \bar{r}_j|} \exp(-\alpha|\bar{r}_i - \bar{r}_j|). \quad (15)$$

Тогда при помощи МПВ получаем следующий обменный потенциал:

$$A = 8F(\eta, x) \left( \frac{3}{8\pi} \rho \right)^{1/3}, \quad (16)$$

где

$$F(\eta, x) = \frac{1}{2} + \frac{1 - \eta^2 + x^2}{8\eta} \ln \frac{x^2 + (1 + \eta)^2}{x^2 + (1 - \eta)^2} + \frac{1}{2} x \left[ \arctg \frac{\eta - 1}{x} - \arctg \frac{\eta + 1}{x} \right], \quad x = \frac{\alpha}{P_F}. \quad (17)$$

При  $\alpha = 0$  (17) переходит в (4), т. е.  $F(\eta, 0) = F_1(\eta)$ . Кроме того, из (17) следуют:

$$1) F(\infty, x) = 0; \quad 2) F(\eta, \infty) = 0; \quad 3) F(0, x) = 0.$$

Для электронов, находящихся на поверхности Ферми, имеем

$$F(1, x) = \frac{1}{2} + \frac{x^2}{8} \ln \left( 1 + \frac{4}{x^2} \right) - \frac{x}{2} \arctg \frac{2}{x}. \quad (18)$$

Среднее значение функции (17) при  $x = \text{const}$  равно

$$\langle F(\eta, x) \rangle = \frac{3}{4} \left[ 1 + \frac{x^2}{2} \left( 1 + \frac{x^2}{12} \right) \ln \left( 1 + \frac{4}{x^2} \right) - \frac{1}{6} x^2 - \frac{4}{3} \cdot x \arctg \frac{2}{x} \right]. \quad (19)$$

Заменим в (16) функцию  $F(\eta, x)$  ее средним значением. Таким путем получим следующий обменный модифицированный потенциал:

$$A_{xm} = \gamma(\alpha, r) A_{xs}. \quad (20)$$

где

$$\gamma(\alpha, r) = 1 + \frac{1}{2} \frac{\alpha^2}{P_F^2} \left( 1 + \frac{1}{12} \frac{\alpha^2}{P_F^2} \right) \ln \left( 1 + \frac{4P_F^2}{\alpha^2} \right) -$$



$$-\frac{1}{6} \frac{\alpha^2}{P_F} - \frac{4}{3} \frac{\alpha}{P_F} \operatorname{arctg} \frac{2P_F}{\alpha}. \quad (21)$$

Далее, интерпретируем  $\alpha^{-1}$  в (15) в качестве радиуса дебаевского экранирования и воспользуемся его приближенным выражением [8]

$$\alpha^2 = \frac{4}{\pi} P_F. \quad (22)$$

Тогда (21) примет вид

$$\gamma(r) = 1 + \frac{2}{\pi P_F} \left( 1 + \frac{1}{3\pi P_F} \right) \ln(1 + \pi P_F) - \frac{2}{3\pi P_F} - \frac{8}{3} \frac{\operatorname{arctg} \sqrt{\pi P_F}}{\sqrt{\pi P_F}}. \quad (23)$$

Численный расчет на примере иона  $Cu^+$  показал, что с удалением от ядра  $\gamma(r)$  быстро падает, в области, где сосредоточено большое количество электронов  $\gamma(r) > 0,5$ .

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 15.1.1970)

ფიზიკა

ა. ლურჯუმელია

ლოკალურ გაცვლით პოტენციალთა შესახებ

რეზიუმე

ლოკალური გაცვლითი პოტენციალი პროპორციულია კუბური ფესვისა ელექტრონების სიმკვრივიდან. მონახულია პროპორციულობის კოეფიციენტის ახალი მნიშვნელობა. ნაჩვენებია, რომ ეს კოეფიციენტი დამოკიდებულია ეკრანირების დეზის რადიუსზე. დადგენილია ამ დამოკიდებულების მიხედვითი სახე.

PHYSICS

A. D. GURCHUMELIA

## ON LOCAL EXCHANGE POTENTIALS

### Summary

A local exchange potential is proportional to the cube root of the electron density. A new value is obtained for the coefficient of this proportionality. It is shown that this factor depends on Debye's screening radius. The form of this dependence is roughly found.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. C. Slater. Phys. Rev., 81, 1951, 385.
2. J. C. Slater, T. H. Wilson, J. H. Wood. Phys. Rev., 179, 1969, 28.
3. F. Herman, J. P. Van Dyke, I. B. Ortenburger. Phys. Rev. Letters, 22, 1969, 807.
4. F. Herman, S. Skillman. Atomic Structure Calculations, 1963.
5. R. Gaspar. Acta Phys. Hung., 3, 1954, 263.
6. В. А. Фок, ЖЭТФ, 4, 1934, 5.
7. E. P. Wohlfarth. Phil. Mag., 41, 1950, 534.
8. Д. А. Кирижниц. Полевые методы теории многих частиц. М., 1963.



ФИЗИКА

Д. К. КВАДЗЕ, В. П. КОПАЛЕИШВИЛИ, Р. Г. ПОПОВИДИ,  
В. К. БАЛАХАШВИЛИ

ДИФРАКЦИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН НА КОНЕЧНОЙ  
ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ РШЕТКЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Мирианашвили 14.1.1970)

Исследование дифракции электромагнитных волн на решетке с конечным числом элементов в настоящее время находится в центре внимания многих исследователей [1—4]. На практике решетки, используемые в различных областях антенной и волноводной техники, в СВЧ-электронике, всегда составлены из конечного числа элементов. При решении вопроса моделирования сплошных отражающих поверхностей с помощью решетчатых структур также используются решетки с конечным числом элементов [5]. Поэтому создание общей теории конечных решеток с учетом взаимного влияния элементов представляет большой теоретический и практический интерес.

В настоящей статье изучается дифракция электромагнитных волн на конечной системе, составленной из параллельных цилиндрических стержней бесконечной длины. Элементы решетки имеют радиус  $a$  и расположены в плоскости  $zoy$  на расстоянии  $d$  друг от друга, число элементов конечное, нечетное и равно  $2N + 1$ , ось проводов совпадает с осью  $z$  (рис. 1а). Волна единичной амплитуды падает на систему нормально со стороны полупространства  $x > 0$  и имеет вид

$$E^i = E_0^i \exp\{ikx + i\omega t\}. \quad (1)$$

Нижеизложенная теория приближенная и справедлива при выполнении неравенств

$$\frac{2a}{\lambda} \ll 1, \quad \frac{2a}{b} \ll 1, \quad (2)$$

где  $\lambda$ —длина волны.

Выполнение условий (2) позволяет токи в проводах считать не зависящими от координат поверхности цилиндров и вектор-потенциал представить в виде

$$A = \frac{\mu}{4\pi} \sum_{n=-N}^{+N} J_n \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\exp\{-ikR_n\}}{R_n} dz', \quad (3)$$

где

$$R_n = \sqrt{x^2 + (y - nd)^2 + (z - z')^2},$$

$\mu$ —магнитная проницаемость вакуума;  $J_n$ —неизвестные коэффициенты, имеющие смысл токов, зависящие только от индекса  $n$ , т. е. местоположения цилиндров в решетке.

Производя интегрирование вдоль проводов по  $z'$ , из (3) легко получить выражение для рассеянного электрического поля

$$E_z^s = -\frac{i\omega}{4} \sum_{n=-N}^{+N} J_n H_0^{(2)}(k \sqrt{x^2 + (y - nd)^2}), \quad (4)$$

где  $\omega$ —циклическая частота,  $H_0^{(2)}$ —функция Ганкеля второго рода нулевого порядка.

Из условия симметричного возбуждения решетки падающей плоской волной следует  $J_{-n} = J_n$ , поэтому число неизвестных коэффициентов фактически будет равно  $N + 1$ , они определяются из  $N + 1$  граничных условий для суммарного электрического поля на поверхности идеально проводящих элементов решетки:

$$\exp\{ika\} - \frac{i\omega}{4} \sum_{n=-N}^{+N} J_n H_0^{(2)}(k \sqrt{a^2 + (m - n)^2 d^2}) = 0, \quad m = 0, 1, 2, \dots, N. \quad (5)$$

Граничные условия (5) локальные [6] и справедливы при выполнении неравенств (2).

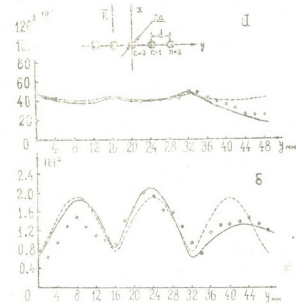


Рис. 1

Расчет электрических полей был проведен на ЭВМ по следующей схеме. Сначала решалась система (5) относительно неизвестных  $J_n$ , что фактически означало нахождение токов в проводах, затем найденные значения токов подставлялись в (4), и определялось рассеянное поле в дальней зоне после предварительных преобразований функции Ганкеля для больших значений аргумента. Ближние поля определялись сложением падающего поля (1) с полем (4).

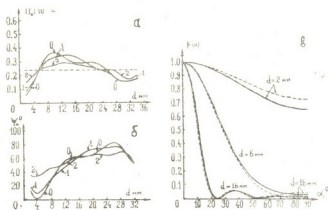


Рис. 2

На рис. 1, а и б приведены соответственно распределения фазы  $\varphi$  и амплитуды  $|E|^2$  суммарного электрического поля вблизи решетки для 5-элементной решетки ( $a=0,3$ ,  $d=16$ ,  $\lambda=32$ ,  $x=2$  мм). Уч-

итывая, что распределение поля должно быть симметричным относительно центра решетки, рисунки составлены только для одной половины сис-



темы. Сплошные кривые относятся к конечной решетке, пунктиром проведены аналогичные зависимости для бесконечной решетки с теми же параметрами. Здесь же в виде кружков нанесены результаты экспериментального исследования, проведенного по методу, описанному в работе [7]. Из этого рисунка видно, что в центре бесконечной и конечной решеток поля почти совпадают по амплитуде и фазе, с приближением же к краю растет различие между ними.

На рис. 2, а и б даны зависимости амплитуд  $|J_n|$  и фаз  $\psi_n$  токов в проводах от периода решетки. Индексом 0 обозначена амплитуда и фаза центрального элемента, индексом 1—соседнего с центральным элементом, индекс 2 относится к крайнему элементу. Без учета взаимного влияния элементов решетки эти кривые вырождаются в прямую, приведенную в виде пунктирной на рис. 2, а. Как видим, при  $d \leq \frac{\lambda}{8}$  амплитуда тока на крайнем элементе больше амплитуд соседних элементов.

Это указывает на то, что при  $d \leq \frac{\lambda}{8}$  данную дискретную систему можно считать аналогичной сплошной поверхности, а именно полоски шириной  $4d$ , на краях которой, как известно, ток имеет максимальное значение. С удалением элементов друг относительно друга все больше проявляется дискретность системы, и в зависимости от периода  $d$  соотношение между амплитудами может оказаться любым.

На рис. 2, в приведены диаграммы направленности  $F(\alpha)$  5-элементной системы для различных значений периода  $d$ . Сплошные кривые отображают диаграммы с учетом взаимодействия между элементами решетки, пунктирные относятся к невзаимодействующему случаю. Как видно, с ростом  $d$  различие между ними уменьшается. Кроме того, при  $d = 16$  экстремумы слегка смещены друг относительно друга.

Итак, 5-элементная решетка в ее центральной части уже обладает основными свойствами бесконечной решетки, что подтверждается хорошим совпадением между амплитудами и фазами этих решеток. Проведенная экспериментальная проверка полученных теоретических результатов показала, что опытные данные качественно хорошо согласуются с теорией. Предложенная теория удовлетворительно описывает дифракционные свойства систем, имеющих конечное число элементов.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 23.1.1970)

ფიზიკა

დ. ყვავაძე, ვ. კოპალიშვილი, რ. კოპოვიძე, ვ. პალაზაშვილი

ელექტრომაგნიტური ტალღების დიფრაქცია სასრულო ცილინდრულ მესერზე

რეზიუმე

მიხედვითი მეთოდით შესწავლილია ელემენტთა სასრული რიცხვის მქონე ცილინდრულ მესერზე ბრტყელი ელექტრომაგნიტური ტალღის დიფ-

რაქცია. 5-ელემენტური მესრის შემთხვევაში გათვლილია მესრის ელემენტებზე დენების ამპლიტუდებისა და ფაზების განაწილება. მიღებულია აგრეთვე ახლო ელექტრული ველების სურათები. მიღებული თეორიული შედეგების ექსპერიმენტული შემოწმება გვიჩვენებს მათ შორის კარგ თვისობრივ თანხედნას.

## PHYSICS

D. K. KVAVADZE, V. P. KOPALEISHVILI, R. S. POPOVIDI,  
V. K. BALAKHASHVILI

ELECTROMAGNETIC WAVE DIFFRACTION ON A FINITE  
CYLINDRICAL GRATING

## Summary

The method of approximation is used to study the diffraction of a plane electromagnetic field from a grating with finite number of elements. For the 5-element case the distribution of current amplitudes and phases on the elements of the grating is calculated. Pictures of near electric fields are also obtained. An experimental study of the theoretical results shows a satisfactory qualitative agreement between them.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. F. Millar. *Canad. J. Phys.*, 38, № 2, 1960, 272—289.
2. А. М. Модель. *Радиотехника*, 18, № 4, 1963, 12—21.
3. Я. Н. Фельд. *Радиотехника и электроника*, 4, № 12, 1959, 2004—2015.
4. В. П. Шестопапов, В. А. Слюсарский. *Ж. техн. физ.*, 34, № 9, 1964.
5. J. H. Richmond. *IEEE Trans. Microwave Theory and Techn.*, 13, № 4, 1965.
6. J. R. Wait. *Canad. J. Phys.*, 32, № 9, 1954, 571.
7. Ф. Тишер. *Техника измерений на сверхвысоких частотах*. М., 1963.



М. В. ДОЛИДZE, Г. Н. ДЖИМШЕЛЕИШВИЛИ

## О СПЕКТРЕ ЗВЕЗДЫ AG ДРАКОНА В ВИЗУАЛЬНОМ УЧАСТКЕ

(Представлено академиком Е. К. Харадзе 26.1.1970)

Изучение особенностей непрерывного спектра AG Дракона, получаемого с помощью призмных камер, обычно ограничивалось, из-за наложения спектров, изучением области с длиной волны меньше 4700 Å. Это наиболее интересная область спектра, и при обычном расположении призмы перед объективом она не искажается спектром соседней, расположенной южнее, звезды. Считалось при этом, что распределение энергии в визуальных и сине-фиолетовых участках одинаково. Между тем, визуальный участок спектра может быть использован для уточнения спектрального класса спектра поглощения звезды как по линейчатому спектру, так и по характеру распределения энергии в непрерывном спектре. Дело в том, что изучение непрерывного спектра звезды сначала же осложнялось из-за неопределенности в классе, светимости и типе спектра поглощения звезды и трудности учета особенностей звезды сравнения.

В разное время спектр поглощения определялся по-разному: 1) dG7 [1], соответственно звезда считалась разновидностью звезд типа Т Тельца [2]; 2) K1 II — с признаками звезды сферической составляющей [3]; 3) K3 III [4], также с признаками звезды сферической составляющей.

Как видим, из-за неопределенности в спектре поглощения и светимости звезд, тип переменности AG Дракона в разное время также определялся по-разному: звезда считалась неправильной переменной, одной из разновидностей нестационарных звезд карликов, а позже — симбиотической звездой типа Z Андромеды [5—8].

Выбор звезды сравнения, в случае неточного учета особенностей распределения энергии в ее спектре, также создает трудности при изучении непрерывного спектра. Это обстоятельство особо учитывалось в ряде работ [4, 7—9].

Несмотря на трудности, наличие особенностей в распределении энергии, в данном случае наличие переменной по интенсивности непрерывной эмиссии в синих и ультрафиолетовых лучах, возрастающей к ультрафиолетовому концу, не подлежит сомнению [3, 4, 8]. При этом сейчас принято считать, что интенсивность непрерывной эмиссии за границей бальмеровской серии не возрастает [4]. Для полной интерпретации явления следовало бы рассмотреть также тот случай, когда кривая распределения энергии в непрерывном спектре строится при допу-





нении, что спектр поглощения звезды — gK3 с ослабленными линиями металлов, а комбинированный спектр звезды может быть похожим на спектры звезд сферической составляющей Галактики [3, 4].

На данном этапе нашей целью было изучение визуального участка спектра AG Дракона. Для этой цели мы обработали 9 спектров, полученных в 1966 и 1969 гг. на менисковой призмной камере Абастуманской обсерватории с поворнутой на  $2^{\circ},5$ ;  $180^{\circ}$  и  $182^{\circ},5$   $8^{\circ}$ -призмой. Звезда для сравнения была выбрана на той же пластинке. Это — звезда HD146989,  $9^m 0$ , K0. По визуальному участку спектр AG Дракона можно отнести к gK3 с признаками звезды сферической составляющей. Здесь мы используем обычные признаки: слабость дублета NaI:D<sub>12</sub>, полос поглощения TiO и признаки, описанные в работе [10]. Мы построили кривые относительного распределения энергии для всего исследованного участка спектра (рис. 1, средние отклонения нанесены вертикальными черточками) и среднюю кривую распределения энергии, которую строили в участке 6480—4019, используя для звезды сравнения K0 III данные Уиллстропа [11] (табл. 1, рис. 2).

Таблица 1

$\lambda$	$\lg I$	$\lambda$	$\lg I$	$\lambda$	$\lg I$
6480	+0.153	5162	-0.003	4435	-0.221
6159	.170	5017	.000	4341	.278
5885	.141	4883	-.038	4253	.423
5660	.087	4758	.051	4171	.547
5491	.064	4645	.068	4093	.454
5319	+.056	4535	-.157	4019	-.476

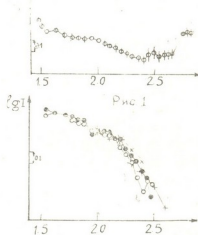


Рис. 2. ○—Абаст., ●—Уиллстроп, +—Боярчук [4]; жирная линия, X—пунктирная линия

Здесь мы допускали, что распределение энергии в непрерывном спектре звезды сравнения не сильно отличается от среднего распределения энергии для данного спектрального класса.

Чтобы учесть инструментальные искажения, мы построили относительную кривую реакции по наблюдениям 1966 г. (В 1969 г. у нас имелись наблюдения только вторичных стандартов для K0 и K3). Кривая относительной реакции  $S_{\lambda \text{ отн.}}$  строилась по данным Уиллстропа [11] (звезды HD171443 K3III и HD 496 K0III) и по нашим наблюдательным данным для четырех звезд из области LF3a [12] (звезды LF3a: +34° № 205, № 255 и +35° № 337, +34° № 141).  $S_{\lambda \text{ отн.}}$  мы определяли в виде  $(\lg I_{\text{K3 III}} - \lg I_{\text{K0 III}})_{[11]} - (\lg I_{\text{K3 III}} - \lg I_{\text{K0 III}})_{\text{набл.}}$ . При этом мы опять предполагали, что распределение энергии в непрерывном спектре выбранных звезд характерно для среднего распределения энергии данного спектрального класса.





Так как зенитные расстояния AG Дракона и звезды сравнения HD 146989 различаются на  $2^\circ$ , хотя их спектры и получаются на одной пластинке, мы учитывали поправку за дифференциальное ослабление света земной атмосферой. При этом мы использовали средние значения коэффициента прозрачности  $P_\lambda$ , полученные Г. Н. Джимшелейшвили для Абастумани летом и осенью 1966 г. Значения  $P_\lambda$  приводятся в табл. 2.

Таблица 2

$\lambda$	$P_\lambda$	$\lambda$	$P_\lambda$	$\lambda$	$P_\lambda$	$\lambda$	$P_\lambda$	$\lambda$	$P_\lambda$
6480	0.865	5319	0.845	4645	0.797	4171	0.750	3820	0.666
6159	.863	5162	.840	4535	.785	4093	.738	3786	.7660
5885	.850	5017	.833	4435	.780	4019	.723	3625	.610
5660	.846	4883	.820	4341	.770	3949	.700	3598	.603
5491	.845	4758	.810	4253	.760	3883	.680	3560	.595

Средние отклонения от  $P_\lambda$  не превышают величины  $\epsilon = \pm 0.06$ . Среднее значение поправки за дифференциальное ослабление света в интервале длин волн 6480—3560 не превышает  $+0.004$ . Из-за малости поправки за межзвездное поглощение [4] она нами здесь не учитывалась.

На рис. 2 для сравнения приводим кривую распределения энергии стандартной звезды КЗIII по данным Уилстрона [11] (звезда  $\alpha$  Щита) и среднюю кривую AG Дракона по данным работы [4] (участок спектра 5000—3850).

Данные рис. 2 позволяют сделать некоторые заключения об особенностях распределения энергии в непрерывном спектре AG Дракона. По визуальному участку спектра, как видно из рис. 2, распределение энергии звезды не отличается значительно от нормального для звезды КЗIII, но и не совпадает с ним точно. Анализировать столь малые отклонения на основе наших наблюдательных данных трудно. Кроме того, трудно подобрать соответствующую звезду сравнения, аналог AG Дракона. Поэтому звезда остается пока уникальной. Отклонения более значительны в синих и фиолетовых лучах (рис. 1 и 2), и, если рассматривать их совместно с данными работы [4], (жирная и пунктирная линии на рис. 1 [4]), с течением времени они очень незначительно меняют величину, колеблясь около среднего значения, характерного для нормальной звезды КЗIII.

Академия наук Грузинской ССР

Абастуманская астрофизическая обсерватория

(Поступило 5.2.1970)

მ. დოლიძე, გ. ჯიმშელიშვილი

გველეზაპის AG ვარსკვლავის სპექტრის შესახებ ვიზუალურ უბანში  
რეზიუმე

სპექტრის ვიზუალური უბანი გამოყენებულია ვარსკვლავის სპექტრული კლასის დასაზუსტებლად. ვიზუალურ უბანში შთანთქმის სპექტრის მიეწერა K3III, სფერული მდგენელის ვარსკვლავის თვისებებით. ამავე უბანში ენერგიის განაწილება ვარსკვლავის უწყვეტ სპექტრში უმნიშვნელოდ განსხვავდება K3III-ისთვის დამახასიათებელი ნორმალური განაწილებისაგან. ლურჯ და იისფერ სხივებში უწყვეტი სპექტრის მახასიათებლები ძირითადად უცვლელი რჩება.

ASTRONOMY

M. V. DOLIDZE, G. N. JIMSHELEISHVILI

ON THE SPECTRUM OF AG DRA IN VISUAL REGION

Summary

The visual region was used to refine the spectral class. In this region the spectrum is assigned K3III with the features of the star belonging to the spherical component. In the same region the distribution of energy in continuous spectrum slightly differs from the normal one for K3III. In blue-violet no considerable changes have been observed in the character of the continuous spectrum.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. E. Wilson. PASP 55, 1943, 244.
2. В. А. Амбарцумян. К симпозиуму по нестационарным звездам в Дублине. М., 1955.
3. N. G. Roman. ApJ 117, № 3, 1953, 467.
4. А. А. Боярчук. Астрофизика, 2, вып. 1, 1966, 101.
5. В. А. Амбарцумян. Non-Stable Stars, 177, Cambridge Univ. Press, 1957.
6. W. Wenzel. MVS, № 203, 1955.
7. А. А. Боярчук. Исследование симбиотических звезд. Автореферат, Л., 1968.
8. М. А. Аракелян, Н. Л. Иванова. Сообщ. Бюракан. obs., XXIV, 19, 1958.
9. Л. В. Мирзоян. Сообщ. Бюракан. obs., XIX 43, 1956.
10. М. В. Дolidze, Г. Н. Джимшелейшвили, А. Алкеле. Астрон. Цирк. АН СССР, № 450, 1967.
11. R. V. Willstrop. Cambridge Obs. Reprint № 48-Mem. RAS, 69, 1965, 83.
12. P. R. Annear. ApJ 118, 77, 1953.



УДК 902.6(47.922)

ГЕОФИЗИКА

М. З. НОДИА, А. М. АПАКИДЗЕ (член-корр. АН ГССР), З. А. ЧЕЛИДЗЕ

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ АРХЕОМАГНИТНОГО  
 ИССЛЕДОВАНИЯ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ  
 ИЗ КИНЦВИСИ

Известно, что изучение направления и напряженности древнего геомагнитного поля имеет большое значение как для построения теории происхождения магнитного поля Земли, так и для практических целей, в частности для разработки метода определения абсолютного возраста археологических объектов.

Для расширения и углубления исследований в этом направлении мы собрали образцы из здания церкви святого Николая (Кинцвиси), построенного в XII—XIII вв. н. э.; из пристройки к нему XV в., а также из церкви Богоматери X в. н. э. [1].

Образцы из вышеуказанных археологических объектов, изготовленные исключительно из грузинских кирпичей, имеют намагниченность, по своим свойствам хорошо совпадающую с лабораторной термостаточной намагниченностью. Исследование было проведено на 30 образцах, изготовленных из десяти кирпичей.

Результаты исследования оказались по существу одинаковыми и поэтому в работе приводим только для одного образца (рис. 1) снятые через интервал 100°С кривую терморазмагничивания естественной остаточной намагниченности  $J_n$  (кривая 1) и кривую лабораторной термонамагниченности  $J_{rt}$  (кривая 2). Сравнение этих кривых, выполненное обычным способом опрокидывания кривой  $J_{rt}$

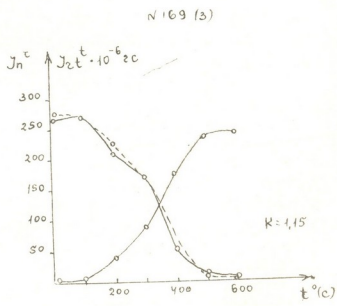


Рис. 1

( $t^\circ$ ) при  $K=1,15$  (опрокинутая кривая проведена пунктиром), показывает, что температурные зависимости  $J_n$  и  $J_{rt}$  практически одинаковы почти во всем температурном интервале исследования. Незначительное расхожде-



дение кривых до 100°C может быть объяснено присутствием слабой вторичной вязкой намагниченности, а при приближении к точке Кюри—небольшими минералогическими изменениями в процессе лабораторного нагрева.

Кроме этого, из таблицы 1, составленной по данным того же образца, где приведены значения наклона  $i$  и величины парциальных термонамагниченностей  $J_{rl}^{300}$ , полученных во время повторных нагревов при различных температурах, видно, что первоначальное направление намагниченности в течение нагрева практически остается неизменным, а также хорошо сохраняется его минералогический состав.

Таблица 1

$t^{\circ}\text{C}$	$D_{\text{др}}^0$	$J_{\text{др}}^0$	$J_{rl}^{300} \cdot 10^{-5} \text{ эс}$	$t^{\circ}\text{C}$	$D_{\text{др}}^0$	$J_{\text{др}}^0$	$J_{rl}^{300} \cdot 10^{-5} \text{ эс}$
20	—	61		400	59	61	568
100	61	61		500	59	58	568
200	62	61		600	—	—	576
300	62	61	566				

Таблица 2

$t^{\circ}\text{C}$	$K$	$t^{\circ}\text{C}$	$K$	Среднеквадратичная погрешность
100—440	1,28	300—600	1,29	2,8%
100—500	1,24	300—400	1,43	
100—600	1,22	300—500	1,29	
200—300	1,48	300—600	1,27	
200—400	1,43	400—500	1,15	
200—500	1,31	400—600	1,16	

Для получения большей точности определения напряженности и наклона древнего поля двойному последовательному нагреву подверглось 19 образцов из шести кирпичей.

Отношение приращений естественной остаточной намагниченности и лабораторной термоостаточной намагниченности (т. е. коэффициент  $K$ ), вычисленное для каждого образца в различных температурных интервалах, хотя и принимает близкие друг другу значения, но все-таки не остается постоянным. Величина  $K$  также варьирует от образца к образцу в пределах каждой коллекции, что, по-видимому, объясняется небольшими колебаниями состава, неодинаковыми величинами вторичных компонент и разной степенью минералогической стабильности при нагреваниях [2].

Подобие термокривых  $J_n$  и  $J_{rl}$  проверялось как для отдельного образца, так и в среднем для каждой коллекции путем вычисления величин  $K$  в температурных интервалах 10÷12. Результаты вычислений для одного образца представлены в таблице 2. Как видно из этой таблицы, крайние величины коэффициента  $K$  различаются не более чем на 20—25%.

Окончательное вычисление коэффициента  $K$  для каждого образца выполнялось методом наименьших квадратов по формуле

$$K = \frac{\sum J_n^t \sum J_{rt}^t - n \sum J_{rt}^t \cdot J_n^t}{n \sum (J_{rt}^t)^2 - [\sum J_{rt}^t]^2}$$

где  $J_n^t$  и  $J_{rt}^t$  — соответственно значения естественной остаточной и термоостаточной намагниченностей после нагрева образца до температуры  $t^\circ$ ,  $n$  — число измерений [2].

Далее определялась средняя  $K$  для каждого объекта и его среднеквадратичная погрешность.

Вычисленная таким образом средняя величина  $K$  для коллекции использовалась для определения напряженности древнего геомагнитного поля. Получены следующие результаты: X в. —  $i_{cp} = 61^\circ$ ,  $T = 0,653$  э; XIII в. —  $i_{cp} = 67^\circ$ ,  $T = 0,629$  э; XV в. —  $i_{cp} = 62^\circ$ ,  $T = 0,582$  э. Напряженность лабораторного магнитного поля, в котором проводились эксперименты, в среднем равнялась 0,484 э.

Остановимся на вопросе достоверности полученных результатов. Максимальная среднеквадратичная погрешность  $K$  и  $i_{cp}$  не превышает 3 и 2% соответственно. Подобие термокривых естественной и лабораторной термоостаточной намагниченностей во всем температурном интервале, за исключением промежутка температур от комнатной до  $100^\circ\text{C}$ , дает основание утверждать, что в исследованных образцах мы имеем дело с малостаренной термоостаточной намагниченностью.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт истории, археологии и этнографии  
 им. акад. И. А. Джавахишвили

Тбилисский государственный  
 университет

(Поступило 23.1.1970)

გეოფიზიკა

ა. ნოდია, ა. ავაქიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-  
 კორესპონდენტი), ზ. ჭელიძე

ყინფვისის არქეოლოგიური ობიექტების არქეომაგნეტური მეთოდით  
 გამოკვლევის ზოგიერთი შედეგი

რეზიუმე

სამი არქეოლოგიური ძეგლის არქეომაგნეტური მეთოდით გამოკვლევის  
 საფუძველზე განსაზღვრულია გეომაგნეტური ველის დაძაბულობის სიდიდე  
 და დაზრილობა X, XIII და XV საუკუნეებისათვის.

GEOPHYSICS

M. Z. NODIA, A. M. AVAKIDZE, Z. A. CHELIDZE

SOME RESULTS OF AN ARCHEOMAGNETIC INVESTIGATION OF  
 ARCHEOLOGICAL OBJECTS FROM QINTSVISI

Summary

On the basis of an archeomagnetic investigation of three archeologi-  
 cal objects the values of inclinations and strength of the geomagnetic field  
 for the 10th, 13th, 15th centuries A. D. have been found.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. Я. Амيرانашвили. История грузинского искусства. М., 1950, 266.
2. А. С. Большаков, Г. М. Солодовников. Изв. АН СССР, Физика земли, 5, 1969, 88.



УДК 902.6(47.922)

ГЕОФИЗИКА

З. А. ЧЕЛИДЗЕ

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЧЕТЫРЕХ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ  
 ОБЪЕКТОВ XVII ВЕКА С ПОМОЩЬЮ АРХЕОМАГНИТНОГО  
 МЕТОДА

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. М. Апакидзе 2.2.1970)

С целью выявления точности наших археоманитных исследований мы изучили кирпичи 4 объектов XVII в., которые историками датируются наиболее надежно. Эти объекты — колокольня Анчисхати и крепость Нарикала, построенные соответственно в 1675 г. и XVII в. в г. Тбилиси; церковь Успения, построенная в 1689 г. в с. Апанури; пристройка XVII в. к церкви Уплисцули, находящейся в Уплисцихе, около г. Гори.

Из разных мест каждого объекта мы брали по 3—5 кирпичей и готовяли из них 6—10 кубиков, которые затем подвергались соответствующей обработке по методу двойных последовательных нагревов Е. и О. Телье [1, 2]. Наклонение и напряженность геомагнитного поля измерялись с помощью астатического магнитометра Б. Яновского, чувствительность которого была 0,22  $\gamma$ /мм.

Место отбора и названия археологических объектов	Археологическая дата	Форма образцов	Количество образцов	Количество кубиков	Средние значения элементов геомагнитного поля и среднеквадратичные погрешности их измерений			Напряженность геомагнитного поля $T$ в гауссах	
					наклонение, $i^\circ$	$K$	$\delta i$		$\delta k$
1. Тбилиси; колокольня церкви Анчисхати	1675 г.	К и р и ч и	3	10	60°	1,12	1,5	0,03	0,543
2. Тбилиси; Нарикала	XVII в.		3	8	54	1,15	2,0	0,03	0,557
3. Апанури; церковь Успения	1689 г.		4	12	61	1,15	2,0	0,03	0,557
4. Церковь Уплисцули около г. Гори	XVII в.		3	9	57	1,14	2,0	0,03	0,552

Результаты обработки этих измерений даны в таблице, а на рис. 1 представлены все параметры, полученные в результате температурного исследования одного из кубиков: 1 — кривая размагничивания естественной остаточной намагниченности образца; 2 — кривая термонамагничивания образца в лабораторном поле; 3 — кривая размагничивания истинного значения естественной остаточной намагниченности, которую образец приобрел в древнее геомагнитное поле; 4 — кривая, характеризующая изменение наклоения в образце по мере нагревов;

5. „მეცნიერება“, ტ. 58, № 1, 1970



5 — кривая, показывающая постоянство наклонения лабораторного поля во время эксперимента; 6 — прямая, характеризующая постоянство коэффициента  $K$  во всем температурном интервале; 7 и 8 — кривые, полученные при исследовании одного из кирпичей, взятого из объекта Нарикала. Как видно из рассмотрения кривой 7, полученные точки делятся на две группы: до  $300^\circ\text{C}$  они хорошо ложатся на одной прямой, а свыше  $300^\circ\text{C}$  — на другой прямой. Это дает основание утверждать, что в кирпиче существует вторичная намагниченность, возникшая, по-видимому, вследствие повторного нагрева, может быть при пожаре. Дополнительным доказательством сказанного является кривая 8, которая показывает, что наклонение древнего поля по мере нагретов от значения  $i_1=60^\circ$  уменьшается и стремится к значению  $i_2=55^\circ$ ; причем последнее хорошо согласуется с результатами, полученными на остальных кирпичах.

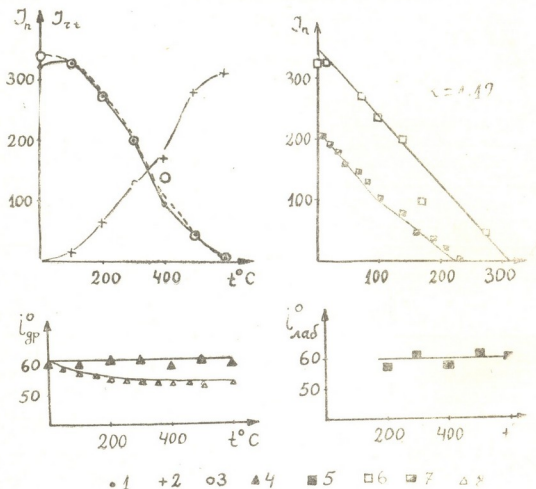


Рис. 1. Совокупность термоквивых, по которым определяются величины напряженности и наклонения древнего геомагнитного поля

Чтобы показать основные характерные черты кривой  $J_n - J_{zt}$ , мы определили соответствующие точки через температурный интервал  $50^\circ\text{C}$ . Для подавляющего большинства исследуемых кубиков эти точки хорошо ложатся на прямой линии (например, кривая 6).





Точность определения  $K$  мы оценивали или графическим путем определения вариации наклона, допускаемой распределением точек, или численно по методу наименьших квадратов, причем она в наших измерениях порядка  $\pm 0,03$  измеряемой величины.

При исследовании образцов, взятых из различных мест одного и того же археологического объекта, выяснилось, что среднеквадратичное отклонение от среднего, определяемое из разброса данных от образца к образцу, больше среднеквадратичного отклонения, определяемого из разброса точек относительно прямой линии  $J_n - J_{rl}$ . Возможно, это частично объясняется участием тех кубиков, для которых кривые  $J_n - J_{rl}$  характеризуются наибольшими искривлениями или разбросом.

Поэтому стандартное отклонение между величинами  $K$  отдельных образцов мы приняли за наиболее реальную меру внутренней согласованности.

Средняя величина  $K$  для всей коллекции использовалась для определения напряженности древнего геомагнитного, которая в среднем для XVII в. равнялась  $T=0,552$  гаусса.

Таким образом, исследование четырех хорошо датированных археологических объектов, относящихся к XVII в. и находящихся друг от друга на расстоянии порядка 50—100 км, для наклона и напряженности геомагнитного поля в среднем дает следующие значения:  $i_{cp} = 59^\circ$  и  $T_{cp} = 0,552$  гаусса. Средние наклоны для каждого объекта от среднего значения наклона для всех четырех объектов отличаются всего на 2—3°, что легко можно объяснить разницей в возрастах исследуемых археологических объектов. Территория Восточной Грузии характеризуется одинаковым восточным ходом, что дает основание построить для нее единые кривые изменения элементов геомагнитного поля в прошлые эпохи.

Тбилисский государственный  
университет

(Поступило 5.2.1970)

გამოცემისათვის

წ. შილინა

XVII საუკუნის ოთხი არქეოლოგიური ობიექტის არქეომაგნიტური მეთოდით გამოკვლევის შედეგები

რეზიუმე

ოთხი არქეოლოგიური ობიექტის არქეომაგნიტური მეთოდით გამოკვლევის საფუძველზე განსაზღვრულია გეომაგნიტური ველის დაძაბულობის სიდიდე და დაზრდილობა XVII საუკუნისათვის.

Z. A. CHELIDZE

RESULTS OF AN ARCHEOMAGNETIC INVESTIGATION OF  
FOUR ARCHEOLOGICAL OBJECTS OF THE 17TH CENTURY

## Summary

On the basis of archeomagnetic investigation of four archeological objects the values of inclinations and strengths of the geomagnetic field in the 17th century A. D. have been ascertained.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. Телье, О. Телье. Изв. АН СССР, серия геофиз., 1959, 9.
2. С. П. Бурлацкая, Г. Н. Петрова. Геомagnetизм и астрономия, 1, № 1, 1961; 1, № 2, 1961.

Г. Е. ГУГУНАВА, Д. А. КИКНАДЗЕ

О ВОЗМОЖНОЙ СВЯЗИ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ПРОВОДЯЩЕГО ГОРИЗОНТА И МИНИМУМА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В ВЕРХНИХ СЛОЯХ ЗЕМЛИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. К. Балавадзе 5.2.1970)

На кривых магнитотеллурического зондирования, полученных на территории Восточной Грузии, в ряде случаев наблюдается характерный перегиб. Такой перегиб в асимптотической части кривой либо указывает на существование промежуточного проводящего горизонта на относительно незначительных глубинах, либо является эффектом искажений (обтекания краевого или индукционного). Так как перечисленные эффекты искажений в условиях изучаемой области при любой поляризации Е и Н из-за малых углов наклона возможных искажающих структур исключается, перегиб, по-видимому, отвечает наличию промежуточного проводящего горизонта [1, 2].

Рассмотрев результаты интерпретации магнитотеллурических исследований вдоль профиля, можно проследить определенную закономерность в погружении проводящего горизонта.

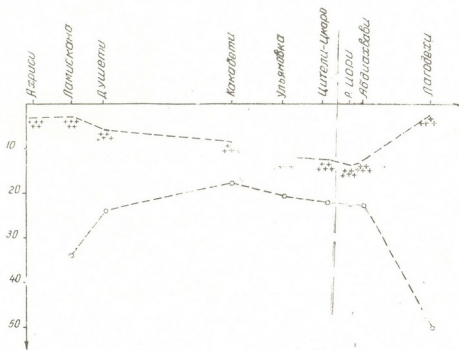


Рис. 1

На рис. 1 приведены два профиля—широтный Ламискана—Цител-цуаро и — меридиональный — р. Иори—Лагодехи, характеризующие довольно отличные геологические провинции. В средней части профиля, как по нашим [1], так и по данным Гофмана и Хортонна [3] проводящий промежуточный горизонт залегает на глубине 20—

25 км, крылья же погружаются вправо на 34 км, а влево на 50 — 60 км. На рис. 1 приводится также картина погружения кровли кристаллического фундамента вдоль профиля. Между глубиной залегания проводящего горизонта и погружением кристаллического фундамента наблюдается определенная связь. Контуру кровли кристаллического фундамента в общих чертах соответствует обратный ход поверхности проводящей среды, несмотря на то что профиль захватывает различные геоэлектрические зоны [4].

Теперь рассмотрим возможный механизм наблюдаемой закономерности (рис. 1). Известно, что полная теплопроводность твердых кристаллических тел  $\lambda(r)$ , к которым можно отнести и вещества земной коры и мантии, может быть представлена в виде

$$\lambda(r) = \lambda_{rh} + \lambda_r + \lambda_{ex},$$

где  $\lambda_{rh}$  — решеточная (фононная),  $\lambda_r$  — лучистая (радиационная или фотонная), а  $\lambda_{ex}$  — экситонная теплопроводности. Лучистый теплообмен и экситонная теплопроводности возникают при высоких температурах порядка 1500°C, что соответствует большим глубинам, тогда как решеточная теплопроводность определяет механизм теплопередачи в верхних слоях Земли [5].

Решеточная теплопроводность горных пород с повышением температуры понижается, лучистая и экситонная — повышается. Естественно, суммарная теплопроводность должна иметь минимум на определенных глубинах. По Е. А. Любимовой [5] этот минимум в зависимости от строения региона приходится на глубины 50—100 км. Если учесть изменения мощности и теплопроводность осадочного комплекса, то минимум можно ожидать и на меньших глубинах.

Уменьшение теплопроводности ведет к возрастанию градиента температуры, что в свою очередь вызывает быстрое нарастание температуры в области минимума теплопроводности. В то же время температуры порядка 600°C достигаются на глубинах порядка 20—50 км [5]. В зависимости от расположения минимума теплопроводности эту температуру можно ожидать на различных глубинах. Но при температурах порядка 600°C имеет место примесный тип электронной проводимости и происходит резкое возрастание электропроводности [6]. Скачок проводимости, видимо, является суммарным эффектом 600°C изотермы и резкого температурного градиента [5], обуславливающих дегидратацию [7] при приближении к уровню минимума теплопроводности.

Отмеченное выше распределение теплопроводности указывает на совпадение глубин минимума теплопроводности и положения проводящего слоя и наводит на мысль об их возможной взаимосвязанности.

Таким образом, возникновение и глубина залегания проводящего промежуточного горизонта может иметь температурный генезис и может перемещаться в зависимости от расположения минимума теплопроводности.

Температуры, определяющие уровень залегания минимума теплопроводности в зависимости от физических параметров горных пород и

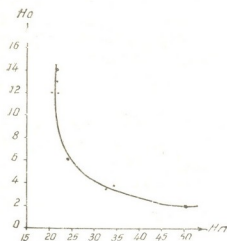


Рис. 2

мощности осадочного комплекса слагающих земную кору и верхнюю мантию, достигаются на различных глубинах. Осадочные образования значительно менее теплопроводны, чем кристаллические породы субстрата. Отсюда следует, что под более мощным седиментным комплексом аккумулируется большее количество тепла. Следовательно, и температуры, соответствующие минимуму теплопроводности, достигаются на малых глубинах. Таков должен быть механизм перемещения по глубине минимума теплопроводности в зонах с мощным осадочным комплексом. Рассмотрение рис. 1 с этих позиций говорит о полном соответствии данных МТЗ вдоль профилей с предлагаемым механизмом. Кажущееся нарушение обратных ходов подошвы осадочного комплекса и кровли промежуточного проводящего горизонта на участках с. Ульяновка, Цители-цкаро, р. Иори лишь подтверждает правильность предложенной схемы. Полное соответствие наблюдалось бы при однородном осадочном комплексе, в области же нарушения (Ульяновка — Цители-цкаро) происходит замещение образований третичного комплекса низкой теплопроводности на образования более высокой теплопроводности мела и юры. Несмотря на увеличение мощности осадочного комплекса на этом участке, такое распределение теплопроводности неизбежно должно вызвать увеличение глубины залегания минимума теплопроводности (промежуточного проводящего горизонта). Здесь же отметим, что изменение угла наклона структуры, даже при увеличении мощности седиментного комплекса, также, как и в случае фациальных замещений, может не сопровождаться приближением к дневной поверхности промежуточного проводящего горизонта. Надо полагать, что такая картина наблюдается в пункте «Иори».

На рис. 2 построен график зависимости глубины залегания промежуточного проводящего горизонта  $H_n$  от мощности осадочного комплекса  $H_0$  для данного района. Левая ветвь кривой показывает, что при

достаточной мощности седиментного комплекса промежуточный проводящий горизонт может настолько приблизиться к поверхности, что электрически может слиться с проводящими образованиями осадочных пород. В таких случаях, по-видимому, и наблюдается фиктивное исчезновение промежуточного проводящего горизонта и увеличение мощности осадочного комплекса. Крутизна левой ветви будет зависеть от тепловых параметров всего осадочного слоя в пункте наблюдения.

Рассмотрение правой ветви кривой показывает, что по мере уменьшения мощности осадочного комплекса до 1—2 км его влияние на глубину залегания проводящего горизонта, как и следовало ожидать, сводится до минимума. В дальнейшем основная роль в поведении этого слоя, по-видимому, принадлежит неоднородностям в самом субстрате.

Очевидно, что предложенный нами механизм объяснения изменения глубины залегания промежуточного проводящего горизонта требует дальнейших уточнений и количественного анализа.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 6.2.1970)

გეოფიზიკა

მ. გუგუნავა, დ. კიკნაძე

დედამიწის ზედაფენებში საშუალოდ გამბარ კონიუგატსა და სითბოგამტარებლობის მინიმუმს შორის შესაძლო კავშირის შესახებ  
 რეზიუმე

მოცემულია აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე საშუალოდ გამბარ კონიუგატის ჩაწოლის სიღრმის განაწილების სურათი. ამ ფენის ჩაწოლის სიღრმე დაკავშირებულია ზედა მანტიაში სითბოგამტარებლობის მინიმუმსა და დიდ ტემპერატურულ გრადიენტთან.

GEOPHYSICS

G. E. GUGUNAVA, D. A. KIKNADZE

ON THE POSSIBLE RELATIONSHIP BETWEEN THE INTERMEDIATE CONDUCTING HORIZON AND MINIMUM OF HEAT CONDUCTIVITY IN THE UPPER STRATA OF THE EARTH

Summary

The picture is presented of the distribution of the depth of occurrence of the intermediate conducting horizon on the territory of eastern Georgia. An assumption is made on the functional dependence of the depth of occurrence of this horizon upon the minimum of heat conductivity and high temperature gradients.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Е. Гугунава. Геология и геофизика, СО АН СССР, № 10, 1969.
2. В. В. Кебуладзе, Г. Е. Гугунава. Изв. АН СССР, сер. Физика Земли, № 5, 1970.
3. A. A. J. Hoffman, C. W. Horton. J. Geophys. Research., 71, № 16, 1966.
4. Г. Е. Гугунава. Сообщения АН СССР, 49, № 2, 1968.
5. Е. А. Любимова. Термика Земли и Луны. М., 1968.
6. Э. И. Пархоменко. Электрические свойства горных пород. М., 1965.
7. М. Н. Бердичевский, В. П. Борисова и др. Изв. АН СССР, сер. Физика Земли, № 10, 1969.





ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Л. Н. ДЖАПАРИДЗЕ, Г. А. ЦАГАРЕЛИ, Л. Ш. ГОНИАШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ ЖЕЛЕЗА НА ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ  
ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ ДВУОКИСИ МАРГАНЦА

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 30.1.1970)

В технологии электрохимических производств общеизвестно вредное влияние посторонних примесей, которые неизбежно остаются в растворе уже после его специальной очистки, накапливаются в результате электролиза или вносятся в раствор при его коррекции. Даже небольшие их количества могут ухудшить качество получаемого продукта или повысить энергетические затраты.

Этот вопрос обсуждался почти во всех работах, посвященных получению или использованию двуокиси марганца [1—7].

В настоящей работе исследовано влияние ионов железа на процесс получения электролитической двуокиси марганца (ЭДМ). Этот вопрос ранее рассматривался некоторыми исследователями [1—3, 5]. Было установлено, что присутствие ионов железа понижает выход по току двуокиси марганца. Однако причина этого явления или возсе не рассматривалась, или ее видели в дополнительном расходе тока на попеременное восстановление и окисление ионов железа на катоде и на аноде соответственно. Такое объяснение нам кажется недостаточным. В этой связи была предпринята настоящая работа.

Электролиз мы проводили в стеклянных стаканах емкостью около 1 л. В качестве электродов использовались графитовые стержни: диаметр анодных стержней 20 мм, катодных — 10 мм. Анодная плотность тока поддерживалась постоянной и равнялась 10 ма/см<sup>2</sup>. Электролиз вели при постоянной температуре (84°). Электрический ток на ванны подавали от выпрямителей типа ВСА-111Б. Начальный состав электролита по ваннам указан в табл. 1.

Таблица 1  
Состав применяемых электролитов

№ ванны	MnSO <sub>4</sub> , г/л	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , г/л	Fe <sup>2+</sup> , г/л
I	99,9	20,6	0
II	99,9	20,6	0,53
III	99,9	20,6	1,06
IV	99,9	20,6	2,12

Для приготовления растворов использовали серноокислый марганец квалификации «чда», серную кислоту — «хч» и железо серноокислое за-



кисное — «чда». Для поддержания концентрации электролита на исходном уровне через каждый час в раствор вносили соответствующее количество металлического марганца (электролитический марганец Зестафонского ферросплавного завода) и  $\text{FeSO}_4$ . Через каждые пять часов электролиз прерывали и проводили анализ электролита.

Напряжение на ваннах в момент включения тока равнялось  $\sim 2,0$  в, и к пятому часу повышалось, причем от I ванны к IV более существенно: на I ванне — до  $\sim 2,1$  в, на IV — до  $\sim 2,4$  в.

В табл. 2 приведены значения величин убыли ионов двухвалентного марганца из раствора для каждого пятичасового цикла.

Таблица 2  
Изменение концентрации марганца при электролизе

№ ванны	Убыль ионов двухвалентного марганца для каждого пятичасового цикла, г/л			
	1	2	3	4
I	8,6	9,6	8,2	6,6
II	8,5	7,7	6,7	5,9
III	6,5	6,6	4,3	2,5
IV	4,3	3,7	2,7	0

Практически весь расходуемый марганец переходит на анод.

Результаты анализа осадка, полученного на аноде, приведены в табл. 3.

Таблица 3  
Состав получаемых осадков ЭДМ

№ ванны	Mn, %	$\text{MnO}_2$ , %	Fe, %	$\text{H}_2\text{O}$ , %
I	51,85	82,00	0,06	3,32
II	53,61	82,60	1,25	4,23
III	53,39	82,22	2,50	4,70
IV	47,46	70,38	5,00	5,20

Как видно из табл. 2, с увеличением концентрации ионов железа в растворе количество переходящего на анод марганца уменьшается (естественно, уменьшается и выход по току). В растворе, содержащем 2 г/л железа (IV ванна), убыль ионов двухвалентного марганца для первых пяти часов работы в два раза меньше, чем убыль этих же ионов в I ванне, не содержащей железа. При дальнейшем увеличении длительности электролиза эта разность становится еще больше, и после 20 часов работы убыль ионов марганца в I ванне уменьшается на 20%, а в IV ванне за соответствующий промежуток времени осаждают двуокиси марганца практически прекращается.

С причиной понижения выхода по току из-за попеременного восстановления и окисления ионов железа нельзя не согласиться, однако вряд ли она является основной или, во всяком случае, единственной. Обращает на себя внимание тот факт, что разные исследователи указывают различные концентрации ионов железа, при которых выход по

току достигает нуля. Если бы единственной причиной понижения выхода по току было попеременное окисление и восстановление ионов железа, то их концентрация, при которой выход по току достигает нуля, во всех работах должна была быть одинаковой.

Из наших данных видно, что в присутствии ионов железа осаждение двуокиси марганца с течением времени резко уменьшается. Например, в IV ванне после пятнадцати часов работы двуокись марганца практически не образуется, хотя в первые часы работы она образовывалась в заметных количествах.

Различие в концентрациях ионов железа, при которых выход по току падает до нуля, вероятно объясняется тем, что в различных работах длительность электролиза была разной.

Сопоставление результатов анализа раствора и осадка на аноде показывает, что практически все расходуемое железо из раствора переходит на анод.

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что железо, переходящее на анод, затрудняет осаждение двуокиси марганца. По-видимому, перенапряжение выделения двуокиси марганца возрастает, о чем говорит повышение напряжения на ваннах (тем больше, чем выше содержание железа в растворе) при одинаковой плотности анодного тока на всех ваннах. Повышение напряжения увеличивает интенсивность выделения кислорода. Доля тока, расходуемая на выделение кислорода, возрастает, и выход по току двуокиси марганца падает.

Эти выводы подтверждаются следующими опытами. Аноды из I ванны, которая не содержала железа, и III ванны, с содержанием железа 1 г/л, проработавшие 30 часов, снова использовали в качестве анодов в растворах, не содержащих ионов железа (раствор I ванны табл. I). Электролиз вели в тех же условиях, что и в предыдущих опытах. В течение первых пяти часов работы на анод из III ванны переходит меньше марганца, чем на анод I ванны, что связано с присутствием железа в осадке анода из III ванны. Затем последний покрывается слоем двуокиси марганца, естественно, не содержащим железо и за следующие пять часов количество марганца, переходящее на него, увеличивается, в то время как для анода из I ванны оно уменьшается.

В заключение следует упомянуть, что ЭДМ, содержащая 3% железа, была испытана в элементах и показала высокую активность. Начальная емкость элементов типа КБ при разряде на постоянное внешнее сопротивление 3,33 ом равнялась 1,08 а·ч.

ლ. ჯაპარიძე, გ. ცაგარელი, ლ. გონიშვილი

რკინის მინარევეების გავლენა ელექტროლიზური მანგანუმის  
ორჰანზის მიღების პროცესზე

რეზიუმე

შესწავლილია რკინის მინარევეების გავლენა ელექტროლიზური მანგანუმის ორჰანზის მიღების პროცესზე. დადგენილია, რომ ელექტროლიზის პროცესში რკინის ნაერთი მანგანუმის ორჰანგთან ერთად ილექება ანოდზე. ესაა მანგანუმის ორჰანგის დენით გამოსავლის შემცირების ძირითადი მიზეზი.

ELECTROCHEMISTRY

L. N. JAPARIDZE, G. A. TSAGARELI, L. Sh. GONIASHVILI

INFLUENCE OF FERROUS IMPURITIES ON THE ELECTROLYTIC  
PRODUCTION OF MANGANESE DIOXIDE

Summary

The influence of ferrous impurities on the process of obtaining electrolytic manganese dioxide has been investigated. It has been ascertained that during electrolysis an iron compound is deposited on the anode alongside with manganese dioxide. This is the main reason for the reduction of the current efficiency of manganese dioxide.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. D. Van Arsdale, C. G. Maier. Trans. Electrochem. Soc., 33, 1918, 109.
2. G. Nikols. Trans. Electrochem. Soc., 62, 1932, 295.
3. С. А. Зарецкий. Сб. статей к двадцатилетию ГИПХа. М., 1939.
4. V. G. Chomjakov. Technologie electrochemickych vyrob. SNTI, Praha, 1954.
5. D. Kulda. Chem. prumysl, 4, 1954, 372.
6. V. Srb, M. Franz. Сб. трудов Химико-технологического института. Факультеты неорганической и органической технологии. 3, ч. I. Прага, 1959.
7. Industrial Minerals, № 10, 1968, 9—11.

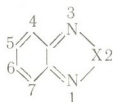
ЭЛЕКТРОХИМИЯ

В. Н. ГАПРИНДАШВИЛИ, В. Ш. ЦВЕНИАШВИЛИ, Н. С. ХАВТАСИ

ПОЛЯРОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
 НИТРОПРОИЗВОДНЫХ ПИАЗТИОЛА И ПИАЗСЕЛЕНОЛА  
 В ВОДНЫХ БУФЕРНЫХ РАСТВОРАХ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 2.2.1970)

В развитие работ по полярографическому изучению бенз-2,1,3-Х-диазолов (X=O, S, Se) [1] исследовано полярографическое восстановление 4- и 5-нитропроизводных пиазтиола (I) и пиазселенола (II) в водных буферных растворах в широком интервале значений pH.



I X=S пиазтиол

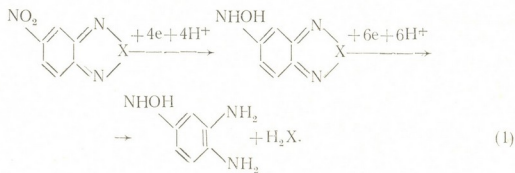
II X=Se пиазселенол

Полярографическое поведение названных соединений в среде безводного диметилформамида изучено ранее [2] в связи с исследованием влияния заместителей на потенциал полуволны ( $\varphi_{1/2}$ ) в ряду соединений I и II [3]. Методика нашего эксперимента описана в работе [4]. Значения  $\varphi_{1/2}$  отнесены к насыщенному каломельному электроду.

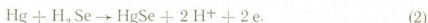
Таблица 1  
 Влияние pH на полярографические характеристики волн восстановления  $5 \cdot 10^{-4}$  M нитропроизводных пиазтиола

pH	4-нитропиазтиол				5-нитропиазтиол			
	первая волна		вторая волна		первая волна		вторая волна	
	$\varphi_{1/2}$ (V)	$i_d$ ( $\mu$ A)	$\varphi_{1/2}$ (V)	$i_d$ ( $\mu$ A)	$\varphi_{1/2}$ (V)	$i_d$ ( $\mu$ A)	$\varphi_{1/2}$ (V)	$i_d$ ( $\mu$ A)
0,6	-0,06	4,85	-0,47	6,90	-0,05	4,70	-0,42	7,00
1,7	-0,10	4,50	-0,56	6,85	-0,11	4,83	-0,54	6,90
2,7	-0,13	4,45	-0,70	6,95	-0,13	4,60	-0,62	6,90
3,8	-0,19	4,60	-0,79	7,00	-0,20	4,85	-0,80	6,92
4,8	-0,22	4,30	-0,81	6,95	-0,24	4,20	-0,86	6,98
5,8	-0,24	4,05	-0,85	6,90	-0,30	4,20	-0,95	7,08
6,8	-0,28	4,20	-0,90	7,05	-0,32	4,35	-0,97	7,00
7,7	-0,30	3,95	-0,92	7,00	-0,33	4,10	-0,98	6,87
9,3	-0,31	4,05	-0,94	7,00	-0,34	4,15	-0,99	6,40
10,7	-0,32	3,80	-0,98	6,88	-0,345	4,00	-0,995	6,92
11,8	-0,33	3,95	-0,99	6,90	-0,35	4,00	-1,08	6,95

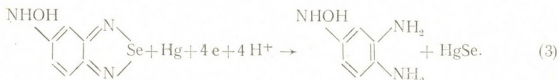
На полярограммах нитропиазтиолов во всем интервале pH имеются две волны. Полярографические характеристики этих волн внесены в табл. 1. Первая четырехэлектронная волна соответствует восстановлению нитрогруппы. Установлено, что при потенциалах предельного тока второй волны в реакции участвует шесть электронов и шесть протонов



Восстановление нитропиразселенолов, как видно из таблиц 1 и 2, происходит при значительно положительном потенциале, чем нитропиразтиолов, и поэтому в этих условиях селенид-ион, возникающий в результате реакции (1), может проявить себя анодной волной [5]:



Следовательно, раздвоение шестиэлектронной волны восстановления гетерокольца нитропиразселенолов связано не со стадийностью процесса, а является следствием одновременного протекания реакции (1) и (2). Суммарно этот процесс можно выразить схемой:



Анодная реакция ионизации ртути под действием сероводорода



протекает при более отрицательном потенциале, чем реакция (2) [5], поэтому она не может повлиять на восстановление нитропиразтиолов по схеме (1) и на полярограммах имеются только две волны.

Третья волна на полярограммах нитропиразселенолов двухэлектронная. Наклон этой волны (25—32 мв) близко соответствует наклону двухэлектронной обратимой волны. Раздвоение волны восстановления гетерокольца наблюдается и в случае незамещенного пиразселенола [4], но, в отличие от нитропроизводных, раздвоение происходит до  $\text{pH} < 9$ . Зависимость  $\varphi_{1/2}$  от  $\text{pH}$  для второй волны восстановления нитропиразселенолов выражается двумя пересекающимися прямыми. В кислой среде коэффициент  $d\varphi_{1/2}/d\text{pH}$  составляет 55 мв, а в щелочной среде эта величина вдвое меньше (25 мв). Поэтому при увеличении значения  $\text{pH}$   $\varphi_{1/2}$  изменяется таким образом, что реакция (2) не прекращается и при  $\text{pH} > 9$  и во всем изученном интервале  $\text{pH}$  волна восстановления гетерокольца 4- и 5-нитропроизводных пиразселенола раздвоена.

Вышеизложенный механизм трехволнового восстановления нитропиразселенолов во всем интервале  $\text{pH}$  подтверждается и характером

третьей волны, которая по всем признакам соответствует реакции  
 т. е. растворению ртути с образованием труднорастворимой фазы —  
 селенида ртути [5].

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт неорганической химии  
 и электрохимии

(Поступило 5.2.1970)

ელექტროქიმია

3. ზაფრინდაშვილი, 3. წვენიაშვილი, 5. ხავთასი

პიაზოთიოლისა და პიაზოსელენოლის ნიტროწარმოებულების  
 კოლაროგრაფიული გამოკვლევა გუფარულ წყალხსნარებში

რეზიუმე

შესწავლილია პიაზოთიოლისა და პიაზოსელენოლის ნიტროწარმოებულების  
 პოლაროგრაფიული აღდგენა ბუფერულ წყალხსნარებში. პიაზოთიოლის ნიტრო-  
 წარმოებულები იძლევა ორტალღიან პოლაროგრამებს, პიაზოსელენოლის ნიტ-  
 როწარმოებულები კი — სამტალღიანს. სელენწყალბადი, რაც წარმოიქმნება  
 ნიტროპიაზოსელენოლების აღდგენისას, წარმოქმნის ვერცხლისწყლის იონიზა-  
 ციის ანოდურ ტალღას. დადგენილია პიაზოსელენოლის ნიტროწარმოებულების  
 მეორე ტალღის გაორების ბუნება. განსაზღვრულია პიაზოთიოლისა და პიაზოსე-  
 ლენოლის ნიტროწარმოებულების აღდგენის ტალღების პოლაროგრაფიული  
 მახასიათებლები.

ELECTROCHEMISTRY

V. N. GAPRINDASHVILI, V. Sh. TSVENIASHVILI, N. S. KHAVTASI

## POLAROGRAPHIC INVESTIGATION OF THE NITRODERIVATIVES OF PIAZOTHIOLE AND PIAZOSELENOLE IN AQUEOUS BUFFER SOLUTIONS

Summary

The polarographic reduction of nitroderivatives of piazothiol and piazosele-  
 nolenol has been studied. Nitroderivatives of piazothiol yield two waves,  
 while nitroderivatives of piazoselelenol—three waves. Hydrogen selenide formed  
 in the reduction of nitropiazoselenols gives the anodic wave of mer-  
 cury ionization. The divaricate nature of the secondary waves of nitropiaz-  
 oselenols has been examined. The polarographic characteristics of the reduc-  
 tion waves of nitropiazothiol and nitropiazoselenol was determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Ш. Цвениашвили. Электрохимическое поведение бенз-2,1,3-Х-диазолов (Х-О, S, Se). Автореферат М., 1968.
2. З. В. Тодрес, В. Ш. Цвениашвили и др. ДАН СССР, 181, 1968, 975.
3. З. В. Тодрес, С. И. Жданов, В. Ш. Цвениашвили. Изв. АН СССР, ОХН, 1968, 975.
4. V. Sh. Tsveniashvili, S. I. Zhdanov, Z. V. Todres. Z. analyt. Chem., 1:67, 389.
5. Я. Гейровский, Я. Кутя. Основы полярографии. М., 1965.



Н. Т. ГОФМАН, Г. И. ДАРЧИАНИ

## СОВМЕСТНОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ ВОДОРОДА И МАРГАНЦА ИЗ СЕРНОКИСЛЫХ МАРГАНЕЦ-АММОНИЙНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 2.2.1970)

При электролитическом получении марганца сопряженный процесс выделения водорода должен подвергаться необычайно тщательному изучению с целью возможного подавления, т. к. из водных растворов марганец может быть выделен только при условии обеспечения максимально возможного перенапряжения водорода. При обеспечении высокого перенапряжения водорода выход по току марганца  $\alpha$ - и  $\gamma$ -модификаций достигает 90—95% [1, 2]. Недостаточная очистка электролита от примесей ионов металлов, имеющих малое перенапряжение водорода, наличие в нем взвесей от процесса очистки, а возможно, и нежелательных органических веществ, попадающих в электролит с аммиачной водой или другим путем, обуславливает низкий выход по току марганца в промышленных условиях, не превосходящий в среднем 45—50%.

Сведения, которыми мы располагаем о выделении водорода на марганце и совместно с марганцем, заключаются в следующем.

Благодаря высокоотрицательному потенциалу марганца, выделение водорода на нем из нейтральных сернокислых растворов происходит в основном из воды [3].

В растворах, содержащих ион аммония, последний является дополнительным донором водорода, благодаря чему скорость процесса выделения водорода заметно повышается, и перенапряжение уменьшается [3, 4]; поэтому одной из особенностей электролитов с ионом аммония является снижение выхода по току марганца.

В растворах, содержащих ион аммония, катодный процесс связан с разрядом иона аммония и образованием аммиака.

Адсорбция аммиака несколько изменяет характер выделения водорода, обуславливая увеличение предлогарифмического коэффициента до 0,16—0,17. В литературе появились данные [5] о том, что при совместном разряде водорода и марганца процесс выделения водорода определяется кинетическими закономерностями разряда ионов металла таким образом, что наклон парциальной кривой поляризации водорода равен не 0,16 — 0,17, как это характерно для аммиачных растворов, а 0,03. Эти данные противоречат представлению о независимости протекания двух сопряженных электродных процессов, и существование такого эффекта должно было быть очень важным для электроосаждения

марганца. По-видимому, для возможности однозначного обсуждения полученных данных особое внимание должно быть уделено методике эксперимента.

Целью настоящего исследования являлось изучение процесса совместного выделения водорода и марганца из сернистого электролита на марганце высокой чистоты. Ниже приводятся результаты некоторых полученных нами данных.

Особое внимание уделялось чистоте электролита. Применяемые для приготовления растворов вещества подвергались тщательной очистке перегонками, перекристаллизациями, адсорбционными, гидроокисными очистками, форэлектролизом, длительным электролизом при низких плотностях тока.

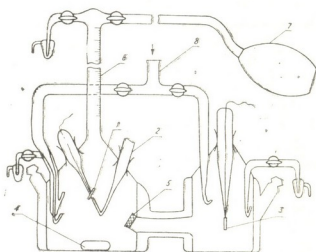


Рис. 1. Ячейка для изучения зависимости плотность тока—потенциал с возможностью волюметрических измерений: 1—рабочий электрод; 2—электролитический ключ, 3—вспомогательный электрод, 4—подушка магнитной мешалки, 5—стеклянная диафрагма, 6—микробюретка, 7—груша, 8—подача электролита или водорода

Конструкция сосуда (рис. 1) давала возможность перемешивания раствора, обработки водородом и точного определения количества выделяющегося водорода.

Зависимость плотность тока — потенциал изучалась гальваностатическим методом. Каждая точка получалась на электроде из свежеосажденного на платиновый диск марганца. Электролитическое осаждение марганца проводилось в одинаковых условиях (состав электролита 45 г/л Mn; 150 г/л  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ;  $D_k = 4$  г/дм<sup>2</sup>;  $\tau = 5$  мин).

При каждой плотности тока в течение 5 минут производилось точное определение выделяющегося водорода.

Парциальные кривые строились по данным волюметрических измерений, выделяющегося при заданной плотности тока водорода.

Парциальные кривые для выделения водорода и марганца и общая кривая их совместного выделения представлены на рис. 2 и 3.

Как видно из рис. 2, Коэффициенты наклона  $b_k$  и  $b_a$  соответственно составляют 0,075 и 0,062; парциальные кривые выделения марганца характеризуются наклоном  $b=0,04$  (рис. 3).

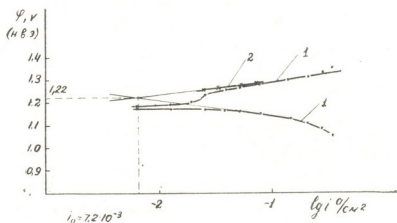


Рис. 2. Поляризационная кривая  $\varphi - lgi$  при катодной и анодной поляризациях марганца: 1—общие кривые при катодном осаждении и анодном растворении марганца, 2—парциальная кривая для марганца

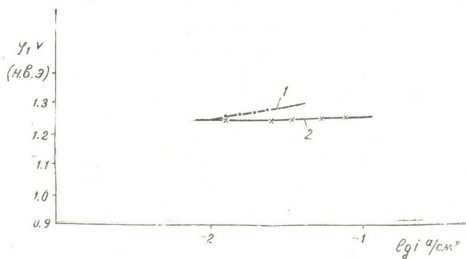


Рис. 3. Парциальные кривые для выделения водорода и марганца: 1—для водорода ( $b=0,11$ ), 2—для марганца ( $b=0,04$ )

Сумма коэффициентов переноса, найденных из этого наклона и из анодного наклона, близка к 2 ( $\alpha=1,47$ ,  $\beta=0,95$ ). Это значит, что процесс выделения марганца лимитируется электрохимической стадией [6].

Коэффициент наклона для выделения водорода составляет  $b=0,11$ ; предполагается, что при совместном разряде водорода и марганца, выделение водорода подчиняется механизму замедленного разряда с коэффициентом  $b=0,11$  уравнения Тафеля, не отличающегося от теоретического [3].

По пересечению частной кривой для выделения марганца с анодной определены ток обмена и равновесный потенциал марганца при условиях, отвечающих катодному осаждению марганца. Ток обмена

$i_0 = 7,2 \cdot 10^{-3} \text{ a/cm}^2$ , равновесный потенциал  $\varphi_p = 1,22 \text{ в}$  при установившейся концентрации ионов марганца.

С использованием данных о рН прикатодного слоя, полученных Р. У. Бондарь, И. В. Гамали и В. В. Стендером и данных измерений, перечисленных выше, получена величина тока обмена водорода на марганце, который равняется  $1,10^{-3} \text{ a/cm}^2$  также удовлетворяющая условиям, отвечающим катодному осаждению марганца.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт неорганической химии и  
электрохимии

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 5.2.1970)

ელექტროქიმია

ბ. ზომანი, ვ. ღარსიანი

მანგანუმისა და წყალბადის ერთობლივი გამომყოფა მანგანუმ-  
ამონიუმის გოგირდშავა ელექტროლიტებიდან

რეზიუმე

მანგანუმისა და წყალბადის გამოყოფის პროცესების შესწავლამ, სუფთა მანგანუმის ელექტროდზე უმაღლესი სისუფთავის მანგანუმ-ამონიუმის გოგირდშავა ხსნარებიდან მათი ერთობლივი განმუხტვისას, გვიჩვენა ამ ორი პროცესის ურთიერთ დამოუკიდებლობა და მათი განმუხტვის ელექტროქიმიური პეანისმი ( $b_{H_2} = 0,11$ ;  $b_{Mn} = 0,04$ ). განსაზღვრულია გაცვლის უნები მანგანუმის ( $i_0 = 7,2 \cdot 10^{-3} \text{ ამპ/სმ}^2$ ) და წყალბადის მანგანუმზე ( $i_0 = 1 \cdot 10^{-9} \text{ ამპ/სმ}^2$ ) ელექტროლიტური მანგანუმის მისაღებ ხსნარებში.

ELECTROCHEMISTRY

N. T. HOFFMANN, G. I. DARCHIANI

## JOINT ISOLATION OF HYDROGEN AND MANGANESE FROM MANGANESE-AMMONIUM SULPHATE ELECTROLYTES

Summary

A study of the isolation of both manganese and hydrogen on pure manganese electrodes from high purity manganese-ammonium sulphate solutions shows the independence of these two processes and the electrochemical mechanism of their discharge ( $b_{H_2} = 0.11$ ;  $b_{Mn} = 0.04$ ). Experimental data are presented for the exchange current of manganese ( $i_0 = 7.2 \cdot 10^{-3} \text{ a/cm}^2$ ) and hydrogen on manganese ( $i_0 = 1 \cdot 10^{-9} \text{ a/cm}^2$ ) for manganese deposition from solutions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. И. Зосимович, Н. А. Шваб, В. Н. Белинский. Электрохимия, 3, 1967.
2. Н. Т. Гофман, Р. И. Агладзе и др. Электрохимия марганца, 3, 1967, 155.
3. А. Н. Фрумкин, В. С. Багоцкий. Кинетика электродных процессов, М., 1952.
4. И. В. Гамали. Некоторые вопросы электроосаждения марганца. Автореферат, Днепропетровск, 1963.
5. Д. Н. Лошкарев, В. Н. Галушко. Электрохимия марганца, 3, 1967, 252.
6. А. И. Молодов, В. В. Лосев. Электрохимия, 1, 1965, 149.
7. Р. У. Бондарь, И. В. Гамали, В. В. Стендер, ЖПХ, 40, 1967, 1025.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

И. Г. ХИЗАНИШВИЛИ, Р. А. МАМАЛАДЗЕ

ПЕТРОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ И  
КОНТАКТНОГО СЛОЯ ГЛАЗУРИ ПЕРЛИТСОДЕРЖАЩЕГО  
ФАРФОРА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЖИМА ОБЖИГА

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. С. Кутателадзе 28.1.1970)

В системе глазурь — керамика имеют место сложные процессы химического взаимодействия. Под влиянием пирохимических реакций происходит взаимная диффузия отдельных окислов из одного слоя в другой. При этом с повышением температуры зона взаимодействия глазурь и черепка расширяется и зерна кварца, как более трудно поддающиеся растворению, вклиниваются в глазурь.

Строение наружного слоя глазурь имеет важное значение в оценке качества глазурного покрытия, так как от того, будет ли этот слой чисто стеклообразным или в нем будут вкраплены кристаллы, зависят механическая прочность, химическая устойчивость и другие свойства покрытия. Не менее важное значение на свойства покрытия оказывает контактный слой фарфор-глазурь, строение которого определяется, главным образом, режимом обжига. Контактный слой характеризуется усредненными физическими свойствами. Наличие этого слоя ослабляет или снижает вредные напряжения, возникающие в глазурь из-за различия в коэффициентах термического расширения глазурь и черепка, и тем самым оказывает благоприятное влияние на механические свойства глазурованных изделий [1, 2].

В связи с этим нами исследовалась микроструктура полевошпатово-вой глазурь и контактного слоя перлитсодержащего хозяйственного фарфора в зависимости от режима обжига [3]. Для сравнения параллельно изучались также образцы полевошпатового фарфора.

Шихтовые составы исследуемой глазурь и фарфоровых масс приведены в табл. 1.

Полевошпатовая глазурь на опытных фарфоровых образцах, обожженных при температуре 1330—1360°C как в туннельных печах, так и в горнах Дулевского фарфорового завода, характеризовалась прозрачностью, блестящей зеркальной поверхностью и высокой белизной. Глазурь прочно сращивалась с керамическим черепком, не давала подтеков, сборок и волосяных трещин. Термическая стойкость глазурь против цекообразования превышала 10 теплосмен.

С помощью поляризационного микроскопа изучались показатели преломления и фазовый состав глазурь, взаимодействие глазурь с черепком, характер напряжений в глазурь, структура глазурь и другие свойства.

Шихтовый состав глазури и фарфоровых масс

Материал	Состав фарфоровых масс, %		Состав полевошпатовой глазури, %
	перлит-содержащий	полевошпат-содержащий	
Каолин просяновский с/о	38,4	38,4	5,0
Глина трошковская	9,5	9,5	—
Глина веселовская	4,2	4,2	—
Кварц чупинский	21,3	26,6	30,0
Полевой шпат чупинский	—	21,3	36,0
Перлит арагацкий	26,6	—	—
Череп фарфоровый	—	—	17,0
Доломит месторождения Абао (ГССР)	—	—	12,0

Петрографический анализ показал, что полевошпатовая глазурь на перлитсодержащем фарфоре, обожженная при температуре 1330°C в туннельной печи, представляет собой чистую стеклофазу с единичными зернами остаточного кварца и небольшим количеством газовых пузырьков. Зерна остаточного кварца глазури в основном овальной и изометричной формы размером до 30—35 мк в поперечнике, хорошо оплавлены и вокруг зерен наблюдается кристобалитовая каемочка с игольчатым новообразованием. Газовые пузырьки строго округлой формы размером от 13 до 100 мк в диаметре, располагаются в основном на контакте глазурь—черепок, реже в толще глазури.

Промежуточный слой хорошо выражен, характеризуется остеклованностью и наличием игольчатых новообразований размером от 5 до 26 мк в длину, которые, переплетаясь между собой, образуют густую сетку, иногда редкую.

Контакт неровный. Глазурь сильно взаимодействует с черепком. На контакте наблюдаются игольчатые кристаллы муллита.



Рис. 1. Микроструктура полевошпатовой глазури и контактного слоя, обожженного при температуре 1330°C: а) на перлитсодержащем фарфоре, б) на полевошпатсодержащем фарфоре

Полевошпатовая глазурь на перлитсодержащем фарфоре, обожженная при температуре 1360° в горне, представляет собой чистую стеклофазу с небольшим количеством газовых пузырьков. Газовые пузырьки строго округлой формы размером от 15 до 160 мк в диаметре, распространяются в основном на контакте глазурь—черепок.



Промежуточный слой очень хорошо выражен, характеризуется остеклованностью и наличием игольчатых кристаллов муллита. Размер иголочек от 5 до 26—30 мк в длину, контакт неровный. Глазурь сильно взаимодействует с черепком и глубоко проникает в черепок. На контакте наблюдаются газовые пузырьки и крупные игольчатые кристаллы муллита размером до 26—30 мк в длину, направленные от черепка в сторону глазури. В глазури наблюдаются напряжения растяжения и сжатия, но напряжения растяжения наблюдаются на контакте. Очевидно, это напряжение создают крупные игольчатые кристаллы муллита.

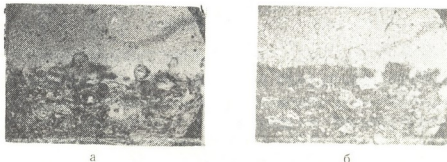


Рис. 2. Микроструктура полевошпатовой глазури и контактного слоя, обожженного при температуре 1360°C: а) на перлитсодержащем фарфоре, б) на полевошпатсодержащем фарфоре

Полевошпатовая глазурь на полевошпатовом фарфоре, обожженная при температуре 1330°C в туннельной печи, представляет собой стеклофазу со значительным количеством зерен остаточного кварца и небольшим количеством газовых пузырьков. Зерна остаточного кварца размером от 15 до 60 мк в диаметре (преобладающий размер 30—40 мк) располагаются в основном в толще глазури, реже — на контакте глазурь — черепок.

Промежуточный слой хорошо выражен, но гораздо слабее, чем на перлитсодержащем фарфоре, обожженном в идентичных условиях. Глазурь хорошо взаимодействует с черепком. На контакте наблюдаются газовые пузырьки, зерна остаточного кварца глазури и участки мелких игольчатых кристаллов муллита.

Полевошпатовая глазурь на полевошпатовом фарфоре, обожженная при температуре 1360°C в горне, представляет собой чистую стеклофазу с единичными зернами остаточного кварца и небольшим количеством газовых пузырьков. Газовые пузырьки строго округлой формы размером от 15 до 104 мк в диаметре, располагаются в основном на контакте глазурь — черепок.

Промежуточный слой сильно выражен, остеклованная глазурь глубоко проникает в черепок, контакт неровный. На контакте наблюдаются газовые пузырьки и игольчатые кристаллы муллита размером до 12—15 мк в длину. Некоторые результаты микроскопических исследований полевошпатовой глазури на опытных фарфоровых образцах приводятся в табл. 2.

Таким образом, микроструктура полевошпатовой глазури зависит как от состава самой глазури и режима обжига, так и от состава фар-

Результаты микроскопических исследований полевошпатовой глазури на опытных фарфоровых образцах

Фарфоровые образцы, покрытые полевошпатовой глазурью	Средняя толщина		Температура обжига, °С и тип печей	Показатель преломления, $\pm 0,001$	Характер напряжения в глазури
	глазурной пленки, мк	промежуточного слоя, мк			
Перлитсодержащий	128—160	40—60	1330°, туннельная	1,499	сжатие
"	230—240	70—80	1360°, горн	1,496	
Полевошпатсодержащий	100—120	10—25	1330°, туннельная	1,501	растяжение и сжатие
"	160—172	50—65	1360°, горн	1,499	

форовых масс. Перлитсодержащий фарфор, по сравнению с полевошпатовым фарфором, вызывает изменения микроструктуры глазури в контактном слое.

Тбилисский государственный институт  
строительных материалов

(Поступило 29.1.1970)

ქიმიური ტექნოლოგია

ი. ხიზანიშვილი, რ. მამალაძე

პერლიტის შემცველი ფაიფურის მიკროსტრუქტურისა და საკონტაქტო ფენის პეტროგრაფიული გამოკვლევა გამოწვის რეჟიმთან დამოკიდებულებით

რეზიუმე

პეტროგრაფიული კვლევის მეთოდის გამოყენებით შესწავლილია პერლიტის შემცველი ფაიფურისათვის გამოყენებული, მინდვრისშპატისანი ჭიქურის მიკროსტრუქტურა და საკონტაქტო ფენა გამოწვის რეჟიმთან დამოკიდებულებით. დადგენილია პერლიტის შემცველი ფაიფურის გავლენა მინდვრისშპატის ფაიფურთან შედარებით, ჭიქურის მიკროსტრუქტურაზე და საკონტაქტო ფენაზე.

CHEMICAL TECHNOLOGY

I. G. KHIZANISHVILI, R. A. MAMALADZE

PETROGRAPHIC INVESTIGATION OF THE MICROSTRUCTURE AND CONTACT GLAZE LAYER OF PERLITE-CONTAINING PORCELAIN DEPENDING ON BURNING CONDITIONS

Summary

Petrographic investigation has shown that the microstructure of feldspathic glaze of perlite-containing porcelain depends on the composition of the glaze and the burning conditions, as well as on the composition of the porcelain masses. The influence of perlite-containing porcelain—in comparison with feldspathic porcelain—on the glaze microstructure and contact layer has been ascertained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. М. Блюмен. Глазури. М., 1954.
2. З. А. Носова. Цирконовые глазури. М., 1965.
3. И. Г. Хизанишвили, Р. А. Мамаладзе. Стекло и керамика, II, 1966.



ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

А. В. САРУХАНИШВИЛИ, Н. К. КУТАТЕЛАДЗЕ, М. А. БИАДЗЕ

ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ  
МНОГОМАРГАНЦЕВЫХ СТЕКОЛ В РАСТВОРАХ СОЛЯНОЙ  
КИСЛОТЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. С. Кутателадзе 29.1.1970)

Ранние исследования [1—3] показали, что на основе карбонатной марганцевой руды и пиролюзита можно получить стекла со своеобразными свойствами. Соотношение  $Mn/Si$  в данных стеклах менялось от 1 до 8, что позволило исследователям высказать мнение о стеклообразующей роли ионов марганца.

Настоящая работа предпринята с целью изучения кислотоустойчивости исследуемых стекол по отношению к соляной кислоте различных плотностей. Мы преследовали следующую цель: во-первых, выяснить устойчивость многомарганцевых стекол в  $HCl$  и, во-вторых, определить концентрацию наиболее сильнодействующего раствора кислоты на стекла. Последнее помогло бы характеризовать кислотоустойчивость практических многомарганцевых стекол.

Стекла на марганцевой основе по отношению к соляной кислоте малоустойчивы. Объясняется это тем, что все кислородные соединения марганца хорошо растворяются в кислотах.

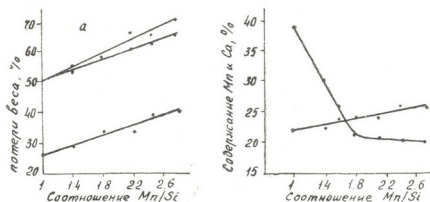


Рис. 1. Зависимость химической устойчивости от соотношения  $Mn/Si$  (а) и количество перешедшего в раствор  $Ca$  и  $Mn$  (б): 1—раствор соляной кислоты с плотностью 1,15; 2—с плотностью 1,02; 3—с плотностью 1,15

Поэтому даже предполагаемый нами переход ионов марганца в сетку стекла не вызывает повышения устойчивости многомарганцевых стекол. Однако кривая зависимости кислотоустойчивости от содержания марганца обнаруживает некоторые своеобразия (рис. 1,а). С уве-

личением содержания марганца кислотоустойчивость стекол падает. Но если учесть, что соотношение  $Mn/Si$  меняется от 1 до 2,7, данное снижение явно незначительное. Поэтому можно предположить, что в первую очередь в раствор переходят ионы марганца, выполняющие функции модификатора. Подтверждением данного предположения может служить, на наш взгляд, зависимость соотношения  $Mn/Si$  — количество марганца, перешедшего в раствор (рис. 1,б). Увеличение содержания марганца приводит к незначительному увеличению количества марганца, перешедшего в раствор. Следует отметить, что, в основном, в раствор переходят ионы кальция и марганца. Двуокись кремния и остальные компоненты, составляющие стекло, переходят в раствор в незначительных количествах.

При визуальном осмотре порошков стекол после воздействия на них кислоты (особенно  $HCl$  с плотностью 1,1) обнаруживается, что порошки стекол с соотношением  $Mn/Si$ —1; 1,2; 1,6 теряют присущую многомарганцевым стеклам черную окраску.

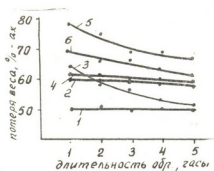


Рис. 2. Влияние длительности воздействия раствора соляной кислоты на химическую устойчивость стекол с соотношением  $Mn/Si$ : 1. 1; 2. 1,6; 3. 1,8; 4. 2,16; 5. 2,4 и 6. 2,7

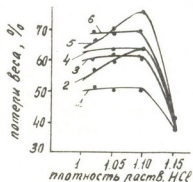


Рис. 3. Влияние плотности раствора соляной кислоты на химическую устойчивость стекол (номерация та же, что и на рис. 2)

Влияние длительности обработки стекол в  $HCl$  показано на рис. 2, а влияние концентрации  $HCl$  на устойчивость стекол — на рис. 3. Из рисунков следует, что увеличение длительности обработки стекол незначительно влияет на потерю веса образцами стекол. Это подтверждается и анализом вытяжек.

Следовательно, основное количество марганца переходит в первый час воздействия кислоты и при характеристике кислотоустойчивости многомарганцевых стекол оказывается достаточным одночасовое кипячение.

Второй практический вывод можно сделать на основе рис. 3. Оказалось, что наиболее агрессивной средой является  $HCl$  с плотностью 1,1, а не с плотностью 1,15, рекомендованная для характеристики кислотоустойчивости стекла ГОСТом.

Таким образом, установлено, что с увеличением содержания марганца в стекле кислотоустойчивость многомарганцевых стекол умень-

шается, однако степень уменьшения не находится в прямой зависимости от увеличения содержания марганца в стекле. Установлено, также, что наиболее агрессивной средой для многомарганцевых стекол является 20%-ный раствор соляной кислоты (плотность 1,1).

Грузинский политехнический институт  
 им. В. И. Ленина

(Поступило 30.1.1970)

ქიმიური ტექნოლოგია

ა. სარუხანიშვილი, ნ. კუთათელაძე, მ. ბიადზე

მრავალმანგანუმიანი მინების ქიმიური მდგრადობის შესწავლა  
 მარილმჟავას ხსნარებში

რეზიუმე

შესწავლილია მრავალმანგანუმიანი მინების ქიმიური მდგრადობა მარილმჟავას ხსნარებში. დადგენილია, რომ ქიმიური მდგრადობის შემცირების ხარისხი არაპირდაპირ დამოკიდებულებას აქვს მინაში მანგანუმის შემცველობასთან. გამოკვლეულია, რომ ყველაზე აგრესიული არე მრავალმანგანუმიანი მინებისათვის არის 20%-იანი HCl და რომ ამ მინების ქიმიური მდგრადობის დასახასიათებლად საკმარისია მათი ერთსაათიანი დუღილი მარილმჟავას ხსნარში.

CHEMICAL TECHNOLOGY

A. V. SARUKHANISHVILI, N. K. KUTATELADZE, M. A. BIADZE

## STUDY OF THE CHEMICAL DURABILITY OF MULTIMANGANESE GLASSES IN HYDROCHLORIC ACID SOLUTIONS

Summary

The chemical durability of multimanganese glasses has been found to decrease with an increase of manganese in glasses. However, the degree of the decrease of durability is inversely related to the manganese content in the glasses.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. К. Кутателадзе, А. В. Саруханишвили. Труды ГПИ им. Ленина, № 26, (126), 1968.
2. К. С. Кутателадзе, А. В. Саруханишвили, Н. К. Кутателадзе. Сообщения АН ГССР, 53, № 3, 1969.
3. А. В. Саруханишвили, Н. К. Кутателадзе. Сообщения АН ГССР, 54, № 1, 1969.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Р. И. АГЛАДЗЕ (академик АН ГССР), Г. Ш. МАМПОРИЯ,  
М. И. ЛОЧОШВИЛИ, Л. И. ТОПЧИАШВИЛИ

ПОЛУЧЕНИЕ СУЛЬФАТНЫХ РАСТВОРОВ ИЗ УГЛЕРОДИСТОГО  
ФЕРРОМАРГАНЦА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА  
ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО МАРГАНЦА

Вопрос использования марганцевых ферросплавов для производства электролитического марганца изучался неоднократно [1, 2].

Ферромарганец имеет сложную структуру, в основном представляющий собой смесь сложных карбидов:  $(Mn, Fe)_{23}C_6$  и  $(Mn, Fe)_3C$ . Причем в структуре маложелезистого ферромарганца наряду с указанными карбидами присутствует новый сложный карбид, отвечающий составу  $(Mn, Fe)_7C_3$  [3]. Очевидно, что сложность структуры ферромарганца определяет сложный характер его химического и электрохимического поведения. Промышленные углеродистые ферросплавы, в которых содержание марганца превышает 80%, обладают склонностью к рассыпанию [3, 4].

Принимая во внимание специфику исходного сплава, была изучена возможность получения сульфатных электролитов двумя способами: прямым растворением маложелезистого углеродистого ферромарганца в серной кислоте и выщелачиванием ферромарганца водой с последующей нейтрализацией полученного раствора.

В предлагаемой работе также изучается влияние состава ферромарганца на процесс химического и анодного растворения сплавов. Методика работы была аналогичной ранее описанной [3].

Результаты выщелачивания сплавов раствором серной кислоты и водой представлены в таблице. Из этих данных следует, что сплавы, содержащие железо свыше 5%, раствором 76 г/л  $H_2SO_4$  выщелачиваются только частично. С увеличением концентрации серной кислоты от 76 до 570 г/л скорость растворения резко возрастает. Со временем, по мере связывания серной кислоты с металлом скорость выщелачивания, естественно, уменьшается. Однако растворение сплавов, независимо от содержания в них железа, протекает полностью.

При повышении концентрации серной кислоты свыше 600 г/л процесс выщелачивания сплавов практически полностью прекращается.

Анализ представленных данных показывает, что полное выщелачивание сплавов достигается только в том случае, когда концентрация серной кислоты в растворе два раза превышает количество, необходимое по стехиометрии.

Из данных таблицы видно, что сплавы, содержащие железо до 5%, выщелачиваются водой полностью. При повышении содержания железа





в сплаве свыше 6% повышается устойчивость ферросплава и затрудняется процесс выщелачивания. Практически выщелачивание прекращается при содержании в сплаве более 10% железа.

Результаты выщелачивания сплавов раствором серной кислоты и водой

№ сплава	Состав, %			Время выщелачивания, часы				Степень извлечения марганца, %					
	Mn	Fe	C	раствором серной кислоты, г/л				водой	при выщелачивании раствором серной кислоты, г/л				при выщелачивании водой
				76	250	370	650		76	250	370	650	
1	93,1	—	6,9	288	1	0,5	24	100	100	100	20	100	
2	91,0	1,5	7,1	456	1	1	24	100	100	100	220	100	
3	89,6	2,8	7,5	480	1	1	24	100	100	100	20	100	
4	89,1	3,4	7,5	600	8	2	120	100	100	100	20	100	
5	86,6	4,5	7,4	Выщелачивается, частично	16	2	120	50	100	100	20	100	
6	87,0	5,9	7,0		20	2	408	30	100	100	220	100	
7	85,7	6,2	7,4		24	2	720	28	100	100	20	100	
8	83,7	10,1	7,0		48	4	непол.	—	22	100	100	18	0
9*	84,0	5,0	7,0	20	2	140	48	100	100	20	100		

\* Образец № 9 является промышленным малоуглеродистым ферросплавом

Для получения электролита щелочной раствор нейтрализовали серной кислотой. Поскольку гидраты окислов марганца и железа хорошо взаимодействуют с серной кислотой, то по этому методу возможно получить нейтральные растворы любого заданного состава. Причем расход серной кислоты для нейтрализации соответствует расчетному количеству. Очистку полученного раствора от вредных примесей (Fe, Co, Ni), а также процесс электролиза проводили по технологии, принятой в производстве электролитического марганца [2]. Химический состав электролитического марганца, полученного в этих условиях, соответствует требованиям существующего ГОСТа.

Для выяснения влияния состава ферромарганца на процесс анодного растворения были предприняты поляризационные исследования.

Результаты ранее проведенных исследований [3] о коррозионном поведении углеродистого ферромарганца позволяют считать целесообразным при снятии поляризационных кривых в качестве электролита использовать децинормальные растворы едкого калия и серной кислоты.

Кривые, полученные потенциостатическим методом поляризации сплавов систем марганец-железо-углерод в указанных растворах, представлены на рис. 1, 2.

Из рисунков видно, что стационарные значения потенциалов сплавов № 1—5 в 0,1 н. растворе КОН с увеличением содержания железа смещается в сторону положительных значений и соответственно уменьшаются участки, отвечающие зависимости потенциала электрода от плотности тока при растворении металла в активном состоянии. В области потенциалов от  $-0,65$  до  $-0,75$  в, по-видимому, скорости процесса растворения металла и образования защитной пленки становятся равными. Дальнейшее увеличение скорости анодного растворения металла прекращается и таким образом достигается предельный ток пассива-

ции, который как известно, характеризует интенсивность коррозии. При дальнейшем смещении потенциала в сторону положительных значений скорость анодного роста защитной пленки уже превышает скорость ее химического растворения и начинается процесс формирования защитной пленки. Это, очевидно, является причиной появления аномального хода кривой, т. е. уменьшения анодного тока при смещении потенциала в сторону положительных значений. Для всех исследуемых сплавов в

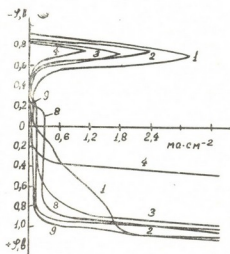


Рис. 1. Поляризационные (потенциостатические) кривые высокоуглеродистых марганцевожелезных сплавов в растворе 0,1н. КОН: 1) 0% Fe, 2) 1,5% Fe, 3) 2,8% Fe, 4) 3,4% Fe, 8) 10,1% Fe, 9) 5% Fe

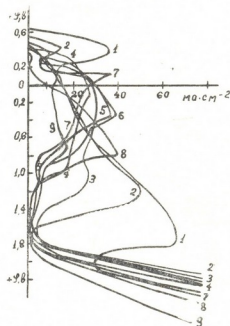


Рис. 2. Поляризационные (потенциостатические) кривые высокоуглеродистых марганцевожелезных сплавов в растворе 0,1н. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: 1) 0% Fe, 2) 1,5% Fe, 3) 2,8% Fe, 4) 3,4% Fe, 5) 4,5% Fe, 6) 5,9% Fe, 7) 6,2% Fe, 8) 10,1% Fe, 9) 5% Fe

указанном растворе, начиная от потенциала  $-0,5$ в, характерен вертикальный ход поляризационных кривых, указывающий на независимость химического процесса растворения защитной пленки от потенциала. Такой ход анодной кривой продолжается до потенциала начала анодного выделения кислорода [5, 6]. При дальнейшем повышении потенциала происходит растворение сплавов в виде ионов высшей валентности. Результаты поляризационных исследований в 0,1 н. растворе H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> представлены на рис. 2. Видно, что сплавы № 1—5, содержащие до 5% железа при анодной поляризации, вначале поляризуются незначительно, а затем пассивируются. Причем предельный ток пассивации намного выше, чем в щелочном растворе, но так же сильно уменьшается по мере увеличения концентраций железа в сплаве.

Сплавы, содержащие железо свыше 5%, и в данном случае характеризуются сильной поляризуемостью. Усиление анодной поляризации по мере увеличения содержания железа очевидно является следствием образования на поверхности сплавов прочных защитных пленок. Обра-

зование защитных пленок уменьшает активность анодной поверхности и облегчает пассивирование. Вследствие возникновения пассивного состояния происходит торможение первоначального анодного процесса перехода металла в ионное состояние [7]. Подобное действие защитных пленок и вызывает резкое смещение потенциала в сторону положительных значений.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт неорганической химии и  
 электрохимии

(Поступило 13.2.1970)

ქიმიური ტექნოლოგია

რ. აგლადე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ბ. მამპორია,  
 ა. ლოჩოშვილი, ლ. თოქიაშვილი

სულფატური წყალხსნარების მიღება ნახშირბადიანი ფერო-  
 მანგანუმიდან ელექტროლიზური მანგანუმის წარმოების მიზნით

რეზიუმე

შესწავლილია ნახშირბადიანი ფერომანგანუმის წყლითა და გოგირდმჟავას წყალხსნარით გამოტუტვის პროცესი. დაღვენილია, რომ მანგანუმის ამოღების ხარისხი დამოკიდებულია შენადნობში რკინის შეცულობასა და გოგირდმჟავას კონცენტრაციაზე. შენადნობის ქიმიური მედეგობის გაზრდა (რკინის შეცულობის გაზრდასთან ერთად) აიხსნება დამცავი აფსკების წარმოქმნით, რაც აძენებს ლითონის იონურ მდგომარეობაში გადასვლის პირველად ანოლურ პროცესს.

CHEMICAL TECHNOLOGY

R. I. AGLADZE, G. Sh. MAMPORIA, M. I. LOCHOSHVILI, L. I. TOPCHIASHVILI  
 FORMATION OF AQUEOUS SULPHATE SOLUTIONS FROM  
 CARBONIC FERROMANGANESE FOR ELECTROLYTIC MANGANESE  
 PRODUCTION

Summary

The process of leaching of carbonic ferromanganese by aqueous solutions of sulphuric acid has been investigated. It has been found that the efficiency of manganese production depends on the iron content in the alloy and on the concentration of sulphuric acid. Electrochemical investigations show that an increase of the chemical stability of the alloy with iron content is a result of the formation of protective films. These films hinder the primary anodic process of transforming the metal into an ion.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. И. Агладзе. Сообщения АН ГССР, т. 2, № 4, 1943.
2. Электрохимия марганца, т. 1, 1957; т. 2, 1964; т. 3, Тбилиси, 1967.
3. Л. И. Топчиашвили. Изв. АН СССР, ОТН, Металлургия и топливо, № 6, 1962.
4. Ф. Н. Тавадзе, К. А. Долиашвили. Сообщения АН ГССР, т. 15, № 15, 1954.
5. Я. М. Колотыркин, И. Е. Брыскин... Проблемы физ. химии, вып. 3, 1963.
6. Н. Д. Томащов, Г. П. Чернова. Пассивность и защита металлов... М., 1965.
7. Н. Ф. Томащов. Теория коррозии и защиты металлов, М., 1960.

### 3. ჰიმივილი

## ცივ-გომბორის ქედის რელიეფი და გომომორფოლოგიური ღარაიონების ცდა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ცაგარელმა 25.2.1970)

ცივ-გომბორის ქედის რელიეფს ახასიათებს მრავალი თავისებურება, რითაც ის მნიშვნელოვნად განსხვავდება საქართველოს ტერიტორიაზე მდებარე სხვა ქედებისაგან. თავისი სიგრძითა (97 კმ) და სიგანით (მაქსიმალური 34 კმ) ქედი რამდენადმე აღემატება კავკასიონის ყველა სანხრეთ განშტოებას და ჩამორჩება მხოლოდ აჭარა-იმერეთისა და თრიალეთის ქედებს; სიმაღლით კი ქედი გაცილებით უფრო დაბალია, ვიდრე ზემოაღნიშნული ოროგრაფიული ერთეულები (მაქსიმალური სიმაღლე 1995 მ). მსგავსად ბზიფის, ჩხალთის, სვანეთისა და ეგრისის ქედებისა, ცივ-გომბორის ქედი კავკასიონის მთავარი ქედის პარალელურია; ამ ნიშნით ის მკვეთრად განსხვავდება აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული კავკასიონის სამხრეთ განშტოებისაგან და უფრო ემსგავსება დასავლეთ საქართველოს განშტოებად ქედებს, რომლებთანაც ისიც აახლოებს, რომ ადგილი აქვს ქედის ოროგრაფიული დენის დამთხვევას სტრუქტურების ღერძებთან.

ცივ-გომბორის ქედი წარმოადგენს ანტიკლინორიუმს, რომელიც აღმოსავლეთისაკენ იძირება და კავკასიონის სამხრეთი ფერდობის ნაოჭთა გარკვეული ნაწილის გაგრძელებას ჰქმნის. იგი მოოავსებულია ორი, გენეტურად განსხვავებული, ვაკის შუა. ჩრდილო-აღმოსავლეთით მდებარეობს დიდ სინკლინორიუმში განვითარებული ალუვიურ-აკუმულაციური ვაკე, ხოლო სამხრეთ-დასავლეთით — დენუდაციური ტალღებრივი ვაკე სტრუქტურების პირდაპირ, თუმცა საკმაოდ შერბილებული გამოხატულებით რელიეფში. უკანასკნელი უკვე საქართველოს ბელტს მიეკუთვნება. ეს თავისებურება მკვეთრად განასხვავებს ცივ-გომბორის ქედს საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული თითქმის ყველა ქედისაგან, რომლებიც ერთმანეთისაგან, უმთავრესად ეროზიული ხეობებითაა გამოყოფილი და მათ მოდელირებაშიც ვადაწყვეტი რომელი მდინარეთა ეროზიას მიეკუთვნება; ცივ-გომბორის ქედი კი მთლიანად ტექტონიკური წარმოშობისაა. მის ჩრდილო-აღმოსავლეთ საზღვარს, ალაზნის ტექტონიკური დებრესიის მხრით, არ აქვს მკვეთრი ხასიათი; სამხრეთ-დასავლეთი კი, მდ. იორის სუსტად აზევებადი ზეგნისაკენ, რაც მკვეთრად განსხვავებულ რეგიონს წარმოადგენს, გაცილებით უფრო მკაფიოდაა გამოხატული.

ქედის უკიდურესი ჩრდილო-დასავლეთი საზღვარი (თიანეთსა და ხაშმს შორის) მთლიანად ეროზიული ხასიათისაა. მართალია, იორის ხეობის მნიშვნელოვანი ნაწილები ამ მონაკვეთზეც თანხვდება ტექტონიკურ ტაფობებს (თიანეთსა და ერწო-სიონის), მაგრამ ეს ტაფობები არსებითად ცივ-გომბორის ქედის სტრუქტურებს გარეთ მდებარეობს.

3. ჰეიზვილი

ცივ-გომბორის ქედის რელიეფი და გეომორფოლოგიური  
ლარაინების ცდა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ცაგარელმა 25.2.1970)

ცივ-გომბორის ქედის რელიეფს ახასიათებს მრავალი თავისებურება, რითაც ის მნიშვნელოვნად განსხვავდება საქართველოს ტერიტორიაზე მდებარე სხვა ქედებისაგან. თავისი სიგრძითა (97 კმ) და სიგანით (მაქსიმალური 34 კმ) ქედი რამდენადმე აღემატება კავკასიონის ყველა სამხრეთ განშტოებას და ჩამორჩება მხოლოდ აჭარა-იმერეთისა და თრიალეთის ქედებს; სიმაღლით კი ქედი გაცილებით უფრო დაბალია, ვიდრე ზემოაღნიშნული ოროგრაფიული ერთეულები (მაქსიმალური სიმაღლე 1995 მ). მსგავსად ბზიფის, ჩხალთის, სვანეთისა და ეგრისის ქედებისა, ცივ-გომბორის ქედი კავკასიონის მთავარი ქედის პარალელურია; ამ ნიშნით ის მკვეთრად განსხვავდება აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული კავკასიონის სამხრეთ განშტოებისაგან და უფრო ემსგავსება დასავლეთ საქართველოს განშტოებად ქედებს, რომლებთანაც ისიც აახლოებს, რომ ადგილი აქვს ქედის ოროგრაფიული ღერძის დამთხვევას სტრუქტურების ღერძებთან.

ცივ-გომბორის ქედი წარმოადგენს ანტიკლინორიუმს, რომელიც აღმოსავლეთისაკენ იძირება და კავკასიონის სამხრეთი ფერდობის ნაოჭთა გარკვეული ნაწილის გაგრძელებას ჰქმნის. იგი მოოავსებულია ორი, გენეტურად განსხვავებული, ვაკის შუა. ჩრდილო-აღმოსავლეთით მდებარეობს დიდ სინკლინორიუმში განვითარებული ალუვიურ-აკუმულაციური ვაკე, ხოლო სამხრეთ-დასავლეთით — დენუდაციური ტალღებრივი ვაკე სტრუქტურების პირდაპირ, თუმცა საკმაოდ შერბილებული გამოხატულებით რელიეფში. უკანასკნელი უკვე საქართველოს ბელტს მიეკუთვნება. ეს თავისებურება მკვეთრად განასხვავებს ცივ-გომბორის ქედს საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული თითქმის ყველა ქედისაგან, რომლებიც ერთმანეთისაგან, უმთავრესად ეროზიული ხეობებითაა გამოყოფილი და მათ მოდელირებაშიც გადაწყვეტი როლი მდინარეთა ეროზიას მიეკუთვნება; ცივ-გომბორის ქედი კი მთლიანად ტექტონიკური წარმოშობისაა. მის ჩრდილო-აღმოსავლეთ საზღვარს, ალაზნის ტექტონიკური ღებრესიის მხრით, არ აქვს მკვეთრი ხასიათი; სამხრეთ-დასავლეთი კი, მდ. იორის სუსტად აზევებადი ზეგნისაკენ, რაც მკვეთრად განსხვავებულ რეგიონს წარმოადგენს, გაცილებით უფრო მკაფიოდაა გამოხატული.

ქედის უკიდურესი ჩრდილო-დასავლეთი საზღვარი (თიანეთსა და ხაშმს შორის) მთლიანად ეროზიული ხასიათისაა. მართალია, იორის ხეობის მნიშვნელოვანი ნაწილები ამ მონაკვეთზეც თანხვდება ტექტონიკურ ტაფობებს (თიანეთსა და ერწო-სიონის), მაგრამ ეს ტაფობები არსებითად ცივ-გომბორის ქედის სტრუქტურებს გარეთ მდებარეობს.





ცივ-გომბორის ქედი მკვლევართა ყურადღებას იქცევს მისი სიხარულად და ვით. იგი საქართველოს ტერიტორიის რელიეფის ახალგაზრდა მაკროფორმია, რომელიც მთლიანად მეთხეულში ჩამოყალიბდა. ამიტომ მის შესწავლას დიდი მნიშვნელობა აქვს მეთხეული პერიოდის მიწის ქერქის მოძრაობათა ისტორიის აღდგენისათვის საქართველოსა და კავკასიაში.

ქედი არაა ინტერესმოკლებული მეწყერებისა და ღვარცოფების შესწავლისთვისაც; ორივე ფერდობზე გავრცელებული ეს მოვლენები კარგ მასალას წარმოადგენს მათი განვითარების თეორიული საფუძვლების დასამუშავებლად.

ყურადღებას იქცევს აგრეთვე აკუმულაციური ფორმების სიუხვე. მათგან, ქედის ჩრდილო-აღმოსავლეთი ფერდობის ძირში წარმოდგენილი დელუვიურ-პროლუვიური შლელი თავისი სიდიდით მნიშვნელოვანია საქართველოს მასშტაბით; ქედზე შემორჩენილი ამონათხარი პენეპლენის ფრაგმენტები კი ქმნიან ბირობებს დენუდაციური ზედაპირების გენეზისისა და დათარიღების საკითხების დამუშავებისათვის.

ცივ-გომბორის ქედის რელიეფის მოდელირებაში ძირითადი როლი შეასრულა ნეოტექტონიკურმა მოძრაობებმა, რამაც განაპირობა აღჩაგილ-ფშერონული სედიმენტაციის არეს ახვეება ზღვის დონიდან 2000 მეტრამდე (ქედის უმაღლეს ნაწილში შემორჩენილია დასახლებული ასაკის ნახევრადკონტინენტური წყება). ამის შედეგად იორის ზეგნის სუსტად ახვეებადი და ალაზნის ვაკის დაპირვის ზონებს შორის ცივ-გომბორის ქედის ახვეებადი ზონა მორფოლოგიურადაც მკვეთრად გამოიხატება.

ქედის ლითოლოგიური შედგენილობის სიკრულე და ტექტონიკის სირთულე გამოისახა მისი რელიეფის ძსხვილი ფორმების თავისებურებათა ჩამოყალიბებაში. კერძოდ, მესამეული ფხვიერი წყებებით აგებული სამხრეთ-დასავლეთი ფერდობი ციცაბოა, რაც გაპირობებულია ამ ნალექების დიდი დაქანებით (ასიმეტრიული ანტიკლინორიუმის ციცაბო ფრთა) და სამხრეთისაკენ მიმართული შეცოცებებით. ქედის სამხრეთისაკენ გადაადგილებულ უმაღლეს ნაწილში შემორჩენილი სტრუქტურულ-დენუდაციური ფორმების ამგები ზედა პლიოცენური ფხვიერი კონგლომერატები და თიხოვანი მასალით მდიდარი მიოცენურ-ოლიგოცენური ნალექები სამხრეთ-აღმოსავლეთი ფერდობის ფარგლებში, ქმნის მეწყერული და ღვარცოფული მოვლენების კერას. ქედის ჩრდილო-დასავლეთი ფერდობის უდიდესი ნაწილი აგებულია დამრეცად გათლავებული ზედა პლიოცენური კონგლომერატებით და მისი რელიეფიც მათ თანხვედება (ანტიკლინორიუმის დამრეცი ფრთა). დასავლეთ ნაწილში (ახმეტა — ზემო ხოდაშენი) კონგლომერატები გადარეცხილია, მაგრამ ფერდობი ისევ დამრეცი რჩება, ვინაიდან იქ გაშიშვლებულია მათი ცარცული სუბსტრატი, რომელიც ზოგადად მათ დაქანებას იმერებს; ქედის ღერძული ნაწილი კი აგებულია შედარებით უფრო მკვრივი, დანაოჭებული ცარცული გულით. აღსანიშნავია, რომ თიხოვან-ქვიშიან კომპონენტებს აქაც ახასიათებთ ძლიერი დამეწყვრა.

ქედის ორივე ფერდობი, განსაკუთრებით კი ჩრდილო-აღმოსავლეთი, დანაწევრებულია ღრმა ეროზიული ხეობებით, რომლებიც მართობულად ჰკვეთენ სტრუქტურებს. გარდა ამისა, ჩრდილო-აღმოსავლეთ ფერდობზე შემორჩენილია მოსწორებული ზედაპირები ცალკეული ფრაგმენტების სახით. ს. კუ ზ ნ ე ც ო ვ ი ს [1] და ი. კ ა რ ს ტ ე ნ ი ს [2] შეხედულებით, ისი-



ნი ბაკოური ასაკისა; ლ. მ ა რ უ ა შ ვ ი ლ ი [3] კი მათ უფრო ძველ ანათხარი პენეპლენის ნაშთად მიიჩნევს.

ქედის რელიეფის მოდელირებაში ნაკლები როლი შეასრულა კარსტულმა პროცესებმა. კარსტული ძაბრები წარმოდგენილია დარადავისა და გომბორის ფერდობებზე. ზოგი მათგანის დიამეტრი 20—30 მ აღწევს, ზოგისა კი უფრო ნაკლებია. კარსტული მიწისქვეშა ფორმები ქედზე არაა ცნობილი.

ციე-გომბორის ქედის, როგორც მთლიანი ოროგრაფიული ერთეულის, დეტალური გეომორფოლოგიური დარაიონება ჯერ არავის ჩატარებია. არსებული ლიტერატურული წყაროებისა და საველე მუშაობის საფუძველზე, ჩვენ ქედზე გამოვყოფთ ოთხ გეომორფოლოგიურ რაიონს: 1) ჩრდილო-აღმოსავლეთი ფერდობის რაიონი, საშუალომთიანი ეროზიულ-დენუდაციური რელიეფით, განვითარებული ცარცულ წარმონაქმნებზე, მეწყრული და ღვარცოფული მოვლენებითა და პლიოცენური პენეპლენის ფრაგმენტებით, 2) ციე-გომბორის ქედის ჩრდილო-აღმოსავლეთი ფერდობის ცენტრალური და პერიფერიული ნაწილის რაიონი სტრუქტურულ-ეროზიული რელიეფითა და დელუვიურ-პროლუვიური შლეიფით, განვითარებული აღჩაგლ-აფშერონული ასაკის ალაზნის წყებაზე, 3) ციე-გომბორის ქედის სამხრეთ-აღმოსავლეთი პერიფერიის რაიონი დაბალმთიანი და გორაკბორცვიანი ეროზიული რელიეფით, განვითარებული იმავე ალაზნის წყებაზე, 4) ციე-გომბორის ქედის სამხრეთ-დასავლეთი ფერდობის რაიონი საშუალო და დაბალმთიანი ღრმად დანაწევრებული ეროზიულ-აკუმულაციური რელიეფითა და ცალკეული გამონადეგის კონუსებით, განვითარებული ძირითადად მესამეული ასაკის წყებებზე.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 6.3.1970)

## ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

В. И. ЧЕПШВИЛИ

### РЕЛЬЕФ ЦИВ-ГОМБОРСКОГО ХРЕБТА И ПОПЫТКА ЕГО ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

(ВОСТОЧНАЯ ГРУЗИЯ)

#### Резюме

Цив-Гомборский хребет, находясь между зонами погружения и слабого воздымания, резко отличается по рельефу от всех других отрогов Большого Кавказа. Возраст хребта четвертичный. На нем имеются откопанные поверхности выравнивания. На обоих склонах хребта интенсивно проявляются оползневые и селевые процессы, обуславливающие образования крупных шлейфов у подошвы склонов.

Цив-Гомборский хребет нами делится на четыре геоморфологических района.

1. Район северо-восточного склона, среднегорный эрозионно-денудационный, развитый на мезозойских образованиях, с наличием оползневых и селевых процессов и фрагментов плиоценового пенеплена.

2. Район центральной и периферической части северо-восточного склона хребта со структурно-эрозионным рельефом, развитым на Алазанской серии акчагыл-апшеронского возраста с делювиально-пролювиальным шлейфом и широкими долинами с отвесными склонами.

3. Район юго-восточной периферии с низкогорным холмистым рельефом.

4. Район юго-западного склона со средне- и низкогорным глубоко-расчлененным эрозионным рельефом и отдельными конусами выноса, развитыми в основном на трегничных толщах.

PHYSICAL GEOGRAPHY

V. I. CHEISHVILI

RELIEF OF TSIVI-GOMBORI RIDGE (EASTERN GEORGIA) AND  
AN ATTEMPT OF ITS GEOMORPHOLOGICAL REGIONALIZATION

Summary

The Tsivi-Gombori ridge, situated between the zones of submergence and weak uplifting, sharply differs—in respect of its surface—from all other spurs of the Greater Caucasus Range. The ridge is of the Quaternary age. There are exhumed surfaces of planation on both slopes of the ridge. Intensive landslide and mudflow processes are in evidence, resulting in the formation of large trains at the feet of the slopes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. С. Кузнецов. Геология СССР, т. 10, ч. 1, Закавказье. М.—Л., 1941.
2. И. Е. Карстенс. Труды Нефтяного геолого-разведочного института, сер. Б., вып. 47, 1934.
3. ლ. მარტაშვილი. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, XVI, № 5, 1955.

Н. Г. МАЧАВАРИАНИ

## ВЛИЯНИЕ ГИПСО-МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И ЛИТОЛОГИИ НА ФОРМИРОВАНИЕ СТОКА ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 29.1.1970)

Формирование стока взвешенных наносов рек зависит от сложного комплекса факторов, среди которых гипсо-морфометрические характеристики бассейна являются одними из ведущих.

В горно-складчатых областях со сложным геологическим строением, подобным южному склону Центрального Кавказа, влияние морфометрических характеристик нередко затушевывается литологией бассейна.

Анализ зависимостей мутности и модуля стока взвешенных наносов рек Центрального Кавказа (Ингури, Риони, Цхенис-цкали, Лиахви, Арагви) от уклона, площади, средней высоты и густоты расчленения бассейна позволяют отметить следующее: между мутностью (или модулем стока наносов) и уклоном бассейна намечается приближенная обратная связь по длине рек Цхенис-цкали и Арагви, т. е. с уменьшением уклона возрастает мутность (рис. 1, а, б). По остальным рекам даже при наличии достаточного количества пунктов наблюдений, но при малом различии в высотном положении бассейнов (Ингури) связь не наблюдается.

Указанный характер связи объясняется влиянием литологии бассейнов. Высокогорная зона южного склона Центрального Кавказа сложена наиболее крепкими скальными породами, представленными лавовым покровом четвертичного возраста, пранитоидами, гнейсами и кристаллическими сланцами палеозоя; глинистыми сланцами и песчаниками нижней и средней юры. Здесь берут начало исследуемые реки. Вниз по течению крепость пород постепенно убывает. Здесь встречается комплекс скальных и полускальных пород, к которым относятся вулканогенно-осадочные породы байоса, карбонатный флиш юры и мела и известняки мела; последние слагают высокогорные и среднегорные районы. Предгорная часть же сложена сравнительно мягкими полускальными породами мергелисто-песчано-глинистого состава мелозого и палеоген-неогенового возраста, с которыми связано обильное проявление оползней. Поэтому, несмотря на то, что в высокогорных частях крутизна склонов большая, размывающая способность пород, слагающих указанные склоны, низкая и соответственно твердый сток сравнительно мал, что вполне согласуется с исследованиями по Западному За-

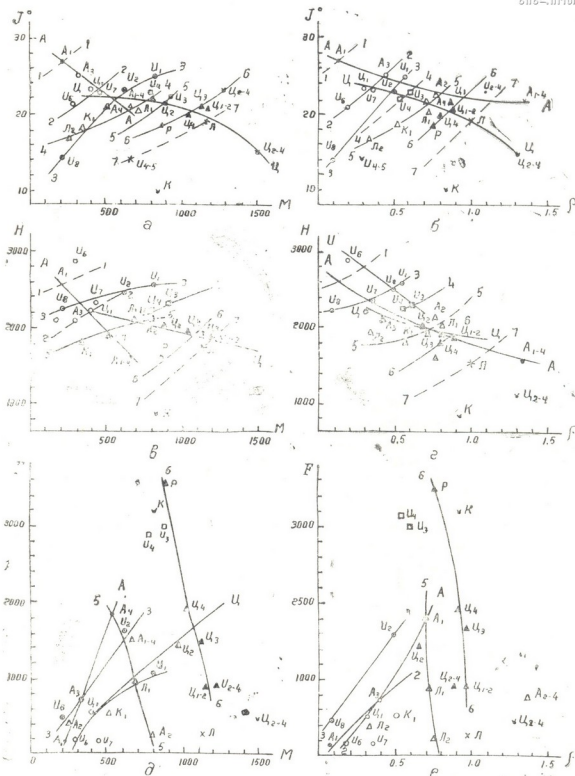


Рис. 1. А—А—кривая изменения мутности и модуля стока наносов по длине р. Арагви; Ц—Ц—кривая изменения мутности и модуля стока наносов по длине р. Цхенцкали; И—И—кривая изменения мутности и модуля стока наносов по длине р. Ингури. Кривые зависимости по створам с преобладающим содержанием обломочного материала основных комплексов горных пород: 1—1—лавы четвертичного возраста (-); 2—2—глинистые сланцы и песчаники лейаса (○); 3—3—кристаллические сланцы, гнейсы и гранитоиды палеозоя (◊); 4—4—вулканогенно-осадочные породы байоса (□); 5—5—карбонатный флиш юры и мела (△); 6—6—известняки и мергели мела (▲); 7—7—терригенные отложения палеоген-неогена (×); ∇—пески со взвешенными наносами, содержащими обломки разнотипных горных пород



кавказью [1]. В предгорных частях же крутизна склонов меньше, но размывающая способность пород, слагающих указанные склоны, большая, что и повышает мутность и модуль стока наносов рек в их нижнем течении. Последнее обстоятельство и вызывает обратную зависимость между модулем стока наносов, мутностью и уклоном бассейна.

Если учесть литологию бассейнов, то можно приближенно наметить серию кривых, которые объединяют бассейны с примерно одинаковым литологическим строением. При учете литологии наблюдается увеличение мутности и модуля стока наносов с возрастанием уклона бассейна.

Литологическая характеристика исследуемых бассейнов довольно хорошо увязывается с минералогическим составом наносов [2] и поэтому последний является основным показателем литологии пород, размываемых и приносимых к створу измерений.

Если учесть литологическое строение бассейнов, то можно наметить серию приближенных кривых (более четко выраженных для  $\rho$ ), которые показывают увеличение мутности и модуля стока наносов с ростом уклона по бассейнам с примерно одинаковой литологией.

Аналогичная картина, но менее ясно выраженная, прослеживается и при анализе влияния высоты на мутность и модуль стока (рис. 1, в, г).

Влияние площади водосбора на мутность и модуль стока наносов выражается в увеличении последних с ростом площади водосбора (рис. 1, д, е), что хорошо согласуется с высказываниями Н. И. Маккавеева [3], А. П. Бурдыкиной [4], Г. В. Лопатина [5] и др. Отмеченная закономерность прослеживается как по течению рек, так и для отдельных комплексов горных пород кристаллического комплекса палеозоя и глинистых сланцев лейаса. Обратная связь как будто намечается для пород карбонатного комплекса (известняки и мергели мела и карбонатный флиш юры и мела), где с увеличением площади модуль стока взвешенных наносов уменьшается.

Влияние густоты гидрографической сети на формирование стока наносов, по имеющимся данным, почти не проявляется.

Нами установлены зависимости и с определенным по реальной (с учетом уклона бассейна) площади модулем стока наносов. Рамки настоящей статьи не позволяют остановиться на нем.

Таким образом, учет литологического состава пород, слагающих бассейны, по геологическому строению местности и литологическому анализу проб наносов позволяет с большей полнотой исследовать влияние гипсо-морфометрических факторов на формирование стока взвешенных наносов в сложных горно-складчатых областях.

ნ. მახავარიანი

ჰიპსომორფომეტრიული ელემენტებისა და ლითოლოგიის  
 ზეგავლენა ატმოსფერული მყარი ჩამონადენის ფორმირებაზე

რეზიუმე

აუზის ამგები ქანების ლითოლოგიის გათვალისწინება, გარემოს გეოლოგიური აგებულებისა და ატმოსფერული მასალის მინერალოგიური შემადგენლობის შესწავლის საფუძველზე საშუალებას გვაძლევს უფრო ღრმად გამოვიკვლიოთ ჰიპსომორფომეტრიული ელემენტების ზეგავლენა მყარი ჩამონადენის ფორმირებაზე რთულ მთიან-ნაოჭა ოლქებში, როგორცაა ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთი ფერდობი.

კვლევის საფუძველზე დადგენილია, რომ მყარი ჩამონადენის მოღულსა და სიმღვრივეს შორის, ერთი მხრივ, და აუზის ზედაპირის დახრილობასა და სიმაღლეს შორის, მეორე მხრივ, არსებობს პირდაპირი დამოკიდებულება, ლითოლოგიურად ერთგვაროვანი უბნებისათვის; მდინარეთა დინების მიმართულებით კი ეს დამოკიდებულება საწინააღმდეგოა, რაც აგრეთვე აიხსნება ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთი ფერდობის რთული გეოლოგიური აგებულებით. აღნიშნული დამოკიდებულება ნაკლებად თვალსაჩინოა ფართის შეცვლის შემთხვევაში.

HYDROLOGY

N. G. MACHAVARIANI

THE INFLUENCE OF HYP SOMORPHOMETRIC ELEMENTS AND  
 LITHOLOGY UPON THE FORMATION OF SUSPENDED SEDIMENT  
 RUNOFF

Summary

Consideration of the lithological composition of basin-forming rocks on the basis of the geological structure of the country and lithological analysis of sediment samples allows a more comprehensive investigation of the influence of hypsomorphometric factors on the formation of suspended sediment runoff in complex mountain-folded regions.

For areas built of lithologically monotypic rocks a direct dependence is traced between the silt charge and rate of runoff, on the one hand, and the slope and average suspended height of the drainage basin, on the other. Along the course of a river this dependence has an inverse character which is explained by the complex geological structure of the southern slope of the Central Caucasus. Dependence of the indicated characteristics upon the catchment area is less strongly pronounced.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Ф. Литвин. Вестник МГУ, сер. V. География, т. 4, 1969.
2. Н. Г. Мачавариანი. Сб. «Первая республ. конфер. молодых ученых и аспирантов ГССР, посвящ. 100-летию со дня рождения В. И. Ленина», Тбилиси, 1969.
3. Н. И. Маккавеев. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М., 1955.
4. А. П. Бурдыкина. Труды ГЭНИИ по гидрологии, 1938.
5. Г. В. Лопатин. Наносы рек СССР. М., 1952.





Н. Ш. САЛУКВАДЗЕ

## К СТРАТИГРАФИИ СРЕДНЕОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ АБХАЗИИ

(Представлено академиком И. В. Качаравა 27.1.1970)

Стратиграфия палеогеновых отложений восточной части Абхазии разработана крайне схематично. Помимо того стратиграфические схемы, предложенные прежними исследователями для этих отложений, отличаются друг от друга. Разногласия касаются как объема ярусов, так и взаимоотношения и возраста отдельных горизонтов. Одним из наиболее дискуссионных вопросов по стратиграфии палеогена этого района является возраст так называемых нижнефораминиферовых мергелей. Этот вопрос, как справедливо отметил А. А. Чиковани [1], требовал специальных исследований. Заметим, что главная причина трудности установления стратиграфии нижнефораминиферовых мергелей или как их еще называют, нижней фораминиферовой свиты, заключается в том, что указанные отложения весьма редко содержат фауну (за исключением мелких фораминифер).

Во время изучения палеогеновых отложений восточной части Абхазии нами в нижнефораминиферовых мергелях была найдена нуммулитовая фауна, позволяющая, на наш взгляд, решить вопрос о возрасте этих осадков.

На территории указанной части Абхазии нижнефораминиферовые мергели наиболее хорошо обнажены и фаунистически охарактеризованы между пос. Саберио и Эрисцкали. Здесь на правом берегу р. Окорани (правый приток р. Ртомисцкали), вдоль шоссе-ной дороги Саберио—Джвари обнажены следующие отложения:

1. Светло-серые, розовато-серые и розовато-белые довольно твердые известняки. Здесь найдены: *Nummulites cf. munchisoni* Rüt., *N. irregularis* Desh., *N. atacicus* Leym., *N. anomalus de la Harpe*, *N. cf. distans* Desh. и др. Встречаются также плохосохранившиеся оперкулины, диски циклины, остатки ежей и морских лилий . . . . . 2,4 м.

2. Светло-серые и серые, иногда зеленовато-серые глинистые известняки с включениями пирита. Глинистость увеличивается снизу вверх. Породы содержат мелкие нуммулиты, из которых определен *Nummulites anomalus de la Harpe* . . . . . 1,3 м.

3. Зеленовато-серые и желтовато-серые мергели с включениями пирита. В нижней части пачки мергели часто песчанистые. Здесь же встречаются прослои и линзы зеленовато-серых и светло-серых глинистых известняков мощностью 0,12—0,2 м. Примесь песчанистого мате-



риала наблюдается и в верхней части пачки, но более редко. В них слоях мергелей (по мощности около 3,5 м) встречаются нуммулиты, а также оперкулины и дискоциклины. На 2,3 м от подошвы пачки были определены: *Nummulites anomalus de la Harpe*, *N. cf. atacicus* Leym. и др. В верхней части пачки были найдены плохосохранившиеся плеченогие, двустворчатые моллюски (редко) и остатки морских лилий 8—8,5 м.

4. Коричневато-серые и темно-серые тонкослоистые, плитчатые мергели с остатками рыб.

В данном разрезе пачки 1 и 2 (верхние слои нуммулитовых известняков) на основании вышеперечисленных нуммулитов относятся к среднему эоцену. Возраст нижнефораминиферовых мергелей (пачка 3) определяется как средний эоцен. На это указывают нуммулиты, найденные в нижней части пачки. Залегающие выше мергели (пачка 4) являются нижними слоями так называемого лиролеписового горизонта. Последний в других районах Грузии содержит ископаемые организмы, которые указывают на верхнеэоценовый возраст вмещающих пород [2, 3].

Несколько восточнее вышеописанного разреза, на правом берегу р. Эрисскали, имеется следующая последовательность слоев:

1. Светло-серые и розовато-серые твердые известняки, в которых наряду с нуммулитами, оперкулинами и дискоциклинами, встречаются остатки ежей и морских лилий. Из этих слоев определены: *Nummulites murchisoni* Rüt., *N. irregularis* Desh., *N. anomalis de la Harpe*, *Operculina gigantea* Mayer.

Перерыв . . . . . 1,6 м.

2. Зеленовато-серые, иногда желтовато-серые, местами песчаные мергели с включениями пирита. В этих слоях очень редко встречаются нуммулиты, из которых удалось определить *Nummulites cf. distans* Desh. . . . . 0,3 м.

Перерыв . . . . . 1,5—1,8 м.

3. Зеленовато-серый бентонитизированный пепловый туф 0,5—0,7 м.

Перерыв . . . . . 3—3,5 м.

4. Зеленовато-серые мергели с включениями пирита . . . . . 2 м.

5. Коричневато-серые, местами темно-серые, тонкослоистые, плитчатые мергели с чешуями рыб.

В описанном разрезе пачка 1 (верхние слои нуммулитовых известняков) и пачки 2, 3, 4 (нижнефораминиферовые мергели), на основании найденных в них органических остатков, должны относиться к среднему эоцену.

Пачка 5 (лиролеписовый горизонт), соответствующая пачке 4 разреза р. Окорани, является верхнеэоценовой.

Таким образом, из приведенного выше материала видно, что в рассмотренной части Абхазии нижнефораминиферовые мергели содержат среднеэоценовый комплекс нуммулитов и без следов перерыва залегают между нуммулитовыми известняками среднего эоцена и лиро-

леписовыми мергелями верхнего эоцена. Исходя из этого, можно сделать вывод, что указанные мергели в данном районе относятся к верхам среднего эоцена.

Академия наук Грузинской ССР  
Геологический институт

(Поступило 29.1.1970)

გეოლოგია

ბ. სალუკვაძე

ახსახეთის ალმოსავლეთ ნაწილის შუამოცენური ნალექების  
სტრატობრაფიისათვის

რეზიუმე

დასახელებული რაიონის პალეოგენური ნალექების კვლევის დროს გამოირკვა, რომ აქ გავრცელებული ე. წ. ქვედა ფორამინიფერებიანი მერგელები შეიცავენ შუა ეოცენისათვის დამახასიათებელ ნუმულიტებს (*Nummulites anomalus* de la Harpe, N. cf. *atacicus* Leym., N. cf. *distans* Desh.). ეს მერგელები განლაგებულია შუაეოცენურ ნუმულიტიან კირქვებსა და ზედაეოცენურ ლიროლეპისიან მერგელებს შორის. აღნიშნულიდან გამომდინარეობს, რომ აფხაზეთის ხსენებულ ტერიტორიაზე ქვედა ფორამინიფერებიანი მერგელები უნდა ეკუთვნოდეს შუა ეოცენის ზედა ნაწილს.

GEOLOGY

N. Sh. SALUKVADZE

ON THE STRATIGRAPHY OF THE MIDDLE EOCENE DEPOSITS  
OF THE EASTERN PART OF ABKHAZIA

Summary

The author has defined the Middle Eocene Nummulites (*Nummulites anomalus* de la Harpe, N. cf. *atacicus* Leym., N. cf. *distans* Desh.) from the so-called Lower foraminiferal marls of the eastern part of Abkhazia. These deposits rest on the Middle Eocene limestones and are overlaid by the Upper Eocene Lyrolepis-bearing marls. Thus, the Lower foraminiferal marls in this part of Abkhazia belong to the upper parts of the Middle Eocene.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Чиковани. Труды ТГУ, т. 122, 1967.
2. Н. Ш. Салуквадзе. Изв. Геол. о-ва Грузии, т. IV, вып. 2, 1965.
3. В. Д. Эпиташили. Вопросы геол. Грузии, к XXII сес. МГК. М., 1964.

А. Г. ЛАЛИЕВ, М. И. ЗИРАКАДЗЕ

## К ВОПРОСУ О СТРАТИГРАФИИ СРЕДНЕГО ЭОЦЕНА ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АДЖАРО-ИМЕРЕТИНСКОГО ХРЕБТА И ГЕНЕЗИСЕ ИЗВЕСТНЯКОВ ХИНО

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. М. Буачидзе 29.1.1970)

В западной части Аджаро-Имеретинского хребта, в долине р. Кинтриш, в окрестностях с. Хино в нескольких местах в полосе распространения вулканогенных пород среднего эоцена обнажаются известняки.

Вулканогенные образования среднего эоцена западной части Аджаро-Триалетской складчатой системы нами с учетом данных предшествующих исследователей [1—6] подразделяются на три свиты: 1) нижнюю слоистую туфогенную; 2) среднюю туфобрекчиевую и 3) верхнюю свиту трахитовых туфов и слоистых туфогенов.

Указанные свиты среднего эоцена в долине р. Кинтриш слагают Чахатскую антиклиналь и Хинойскую синклинали (последняя впервые установлена нами). Описываемые известняки приурочены к средней туфобрекчиевой свите среднего эоцена, которая выполняет мульду Хинойской синклинали.

Слоистые породы нижней свиты, обнажающиеся в своде Чахатской антиклинали, представлены полосчатыми алевролитами, аргиллитами и туфопесчаниками.

В алевролитах туфогенный материал более крупнозернистый с обломочной псаммитовой структурой. Состоит он из обломков стекловатых, хлоритизированных и гидрослюдизированных лав, чешуек хлорита, большого количества зерен рудных минералов, зерен плагиоклаза.

Алевролиты имеют пелитовую, местами алевритовую структуру.

Среди слоистых пород нижней свиты присутствуют пласты (до 5—10 м) массивных туфопесчаников, количество которых увеличивается в верхней части разреза. Туфопесчаники состоят из обломков серых лав с микролитами плагиоклаза и моноклининого пироксена с порами, выполненными хлоритом. Встречаются обломки роговой обманки. Цементом служат цеолит и местами хлорит.

В отобранных нами образцах полосчатых глин, по определению З. А. Имнадзе, содержится среднеэоценовая микрофауна: *Globigerina eoacaenica* Terg., *Gl. trilocolinoides* Plumm., *Globigerinoides conglobatus* (Brady), *Acarinina triflex* и др.

Мощность обнаженной части нижней свиты составляет около 1100 м, а ее полная мощность достигает 1300—1500 м.

Средняя туфобрекчиевая свита распространена более широко. Сложена она мощными массивными темно-серыми и серыми туфобрек-

чиями, лавами и лавобрекчиями, реже слоистыми туфами и туфопесчаниками.

В свите широко развиты покровы андезитов, базальтов и порфиритов. Среди вышеуказанных грубообломочных пород изредка присутствуют пачки (до 5 м) тонкопереслаивающихся (до 10—20 см) алевролитов, песчаников и туфов.

Наблюдается резкая фациальная изменчивость отложений средней свиты как в вертикальном разрезе, так и по простиранию пород. Часто туфобрекчии по простиранию быстро сменяются лавобрекчиями, андезитами или порфиритами.

На северном крыле Чахатской антиклинали чередуются мощные (до 20—50 м) пачки массивных туфобрекчий, лавобрекчий и покровы андезитов и порфиритов.

На южном крыле указанной структуры и в пределах Хиннойской синклинали слоистость почти не выражена и вся свита, за исключением некоторых пунктов в бассейне р. Кинтриш, представлена массивными андезито-базальтовыми и порфиритовыми образованиями, а также туфобрекчиями.

К верхней части указанной свиты в окрестностях с. Хино приурочены глыбы известняков. Впервые об этих известняках упоминается Л. Ф. Бацеличем [1]. Б. Ф. Мефферт [6], на указанном месте на геологической карте отмечает единый выход верхнемеловых известняков, тектонически соприкасающихся с андезитовым покровом.

Н. А. Канделаки [4] установил, что там не единый выход известняков, а несколько разобщенных обнажений, связанных с покровами андезитов.

Нами эти известняки наблюдались также в нескольких местах по р. Кинтриш и ее правому притоку Черулис-геле, в окрестностях сс. Буграта, Диди-ваке и Земо-Хино. Размер этих выходов известняков колеблется в широких пределах от 1—2 до 300—500 м в длину и от 0,5—1 до 20—30 м в ширину. Они обычно ориентированы по простиранию пород и падают под крутыми углами (70—90°) то на запад, то на восток.

Известняки обычно серые слоистые, очень похожи на верхнемеловые. Они представляют собой ксенолиты, приуроченные к покровам андезитов средней свиты среднего эоцена, слагающие мульду Хиннойской синклинали. Наиболее крупными из всех ксенолитов являются выходы известняков в окрестностях с. Буграта. Здесь наблюдается следующий разрез (снизу вверх):

1. Серые грубообломочные массивные туфобрекчии с обломками известняков. Порода состоит из крупных обломков сильно измененных порфиритов. Основная масса породы состоит из отланившегося и цеолитизированного, частично хлоритизированного стекловатого базиса зерен и микролитов измененного плагиоклаза и точечных зерен магнетита. Порфиритовые вкрапленники также сильно изменены. Плагиоклаз цеолитизирован и карбонатизирован. Темноцветные компоненты нацело замещены кальцитом и хлоритом, содержат также выделения эпидот-



цоизита. В породе содержатся кварц, кальцит и хлорит.

2. Серые темновато-серые слоистые известняки . . . . . 30 м

3. Серые массивные грубообломочные туфобрекчии, аналогичные слою I . . . . . 12 м

4. Серые слоистые известняки. Порода представлена мергелистым известняком, который состоит из мутной пелитоморфной и криптокристаллической мергелистой массы. В последней содержатся зерна и скопления прозрачного кальцита, а также зерна рудного минерала, полевого шпата, кварца и чешуек хлорита.

5. Покров серых грубообломочных андезитов с порфировой структурой. Основная масса состоит из оглинившегося стекловатого базиса с микролитами измененного плагиоклаза с точечными зернами рудного минерала. Порфиновые вкрапленники также нацело изменены, содержат эпидот-цоизитовый минерал.

Описываемый выход известняков здесь прослеживается более чем на 500 м. В других местах размеры выходов известняков значительно меньше. Нередко непосредственно на обнажениях наблюдаются включения ксенолитов известняков в вулканогенных породах средней свиты, размером 2—3 м в длину и 1—2 м в ширину. Эти глыбы залегают без нарушения текстур и часто слагающие их слои стоят на голову, или же наклонены под крутыми углами (70—85°) падения.

В образцах описываемых известняков, отобранных нами в окрестностях сс. Диди-ваке и Земо-Хино, по определению З. А. Имнадзе, содержится верхнесенонская микрофауна: *Nodosaria sp.*, *Articulina sp.*, *Globotruncana ex gr stuarti* Brady., *Gl. sp.*, *Gumbelina globulosa* Erb., *Güm. sp.*, *Globigerina ex gr triloculinoides* Subb., *Eponides sp.* и др.

Кроме вышеуказанных пород в средней свите среднего эоцена присутствуют покровы базальтов и порфиритов. Базальты представляют собой темно-серую плотную массивную породу с порфировой структурой. Основная масса имеет витрофировую структуру и состоит из зеленовато-бурого стекловатого базиса с мелкими микролитами плагиоклаза. Вкрапленники представлены плагиоклазом, моноклинным пироксеном и оливином. В породе рассеяны зерна магнетита.

Порфириты обычно плотные, серые с порфировой структурой. Основная масса породы хлоритизирована, серицитизирована, каолинитизирована, содержит выделения кварца и точечные зерна магнетита. Вкрапленники часто изменены, плагиоклаз серицитизирован, иногда каолинитизирован, содержит выделения эпидот-цоизитового минерала, иногда и кварца. Мощность средней свиты по естественным обнажениям достигает около 2000 м.

Верхняя свита трахитовых туфов и слоистых туфогенов развита на обоих склонах Аджаро-Имеретинского хребта. Причем на северном склоне хребта указанная свита сложена исключительно желтыми грубообломочными трахитовыми туфами, их лавами и лавобрекчиями. Мощность свиты здесь достигает 1000 м. Трахитовые туфы, обычно желтого цвета, массивные, иногда слоистые. Структура обломочная, туфовая.





Состоит из обломков хлоритизированных и лимонитизированных, иногда стекловатых с микролитами нацело серицитизированного плагиоклаза и хлоритизированного темноцветного минерала. Цемент цеолитовый и анальцимовый.

Накопление мощной толщи (более 5000 м) вулканогенно-осадочных образований среднего эоцена связано с интенсивным погружением Аджаро-Триалетской геосинклинали.

С усилением эксплозивного вулканизма связан захват крупных глыб известняков, наблюдаемых в породах средней свиты в окрестностях с. Хино.

Грузинский политехнический институт  
 им. В. И. Ленина

(Поступило 30.1.1970)

გეოლოგია

ა. ლალიევი, მ. ზირაკაძე

აჭარა-იმერეთის ქედის დასავლეთი ნაწილის შუა ეოცენის  
 სტრატობრაფიისა და ხინოს კირქვების გენეზისის საკითხისათვის

რეზიუმე

აჭარა-იმერეთის ქედის დასავლეთ ნაწილში, მდ. კინტრიშის ხეობაში შუა ეოცენური ვულკანოგენური ქანების გავრცელების ზოლში გვხვდება კირქვების რამდენიმე გაშიშვლება. შუა ეოცენური ვულკანოგენური ქანები აქ სამ წყებად იყოფა: ქვედა შრეობრივი, შუა ტუფობრექჩიული და ზედა ტრაბიტიული ტუფებისა და შრეობრივი ვულკანოგენებისა.

კირქვების გამოსავლები, რაც შუა ეოცენის შუა წყებასთანაა დაკავშირებული, წარმოადგენს ქსენოლიტს.

GEOLOGY

A. G. LALIEV, M. I. ZIRAKADZE

ON THE STRATIGRAPHY OF MIDDLE EOCENE OF THE  
 WESTERN PART OF THE AJARIA-IMERETI RANGE AND THE  
 GENESIS OF LIMESTONES OF THE VILLAGE OF KHINO

Summary

In several places of the zone of occurrence of volcanic rocks of Middle Eocene, in the Kintrish river valley, in the western part of the Ajaria-Imereti range, there are limestone exposures. Here the volcanic rocks separate into three suites: lower stratified, middle tuff breccia, and upper suite of trachyte-type tuffs and stratified tufogens. The limestones belonging to the middle suite of Middle Eocene constitute xenoliths.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Ф. Бацевич. Матер. для геолог. Кавказа, сер. I, кн. 12, 1885.
2. П. Д. Гамкрелидзе. Геологическое строение Аджаро-Триалетской складчатой системы. Тбилиси, 1950.
3. Г. Д. Дзоценидзе. Домиоценовый эффузивный вулканизм Грузии. Тбилиси, 1948.
4. Н. А. Канделаки. Объяснительная записка к геологической карте К-37-XXIV. Батуми, 1963.
5. И. В. Качарова. Труды конф. по вопросам регион. геологии Закавказья. 1952.
6. Б. Ф. Мефферт. Геология СССР, Закавказье, ч. I. М.—Л., 1941.



Д. Ю. ПАПАВА

## ОБ ОТКРЫТИИ ВЕРХНЕЮРСКИХ И НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ПРЕДЕЛАХ ХРАМСКОГО МАССИВА

(Представлено академиком П. Д. Гамкредидзе 10.2.1970)

На восточной периферии Храмского кристаллического массива, вдоль шоссеиной дороги Цалка — Марнеули, начиная от ущелья р. Кдденсис-скали до перевала Бендери имеются хорошие обнажения пород палеозоя и трансгрессивно залегающих над ними отложений верхнего мела.

В ущелье р. Кдденсис-скали обнажены гранитоиды палеозоя, над которыми залегают мощная вулканогенно-осадочная кварц-порфировая толща, известная в литературе под названием «нижних туффитов» [1]. В верхах этой толщи встречаются линзы известняков, содержащих фауну верхнего карбона [2].

Над породами «нижних туффитов» трансгрессивно залегают песчаники и песчанистые известняки с нижнесеноманской фауной. Начиная отсюда, на подъеме дороги до домика дорожного мастера и несколько выше (на расстоянии 1,5 км) обнажаются все более и более молодые слои сеномана. Далее дорога пересекает трассу разрыва, имеющего СЗ—ЮВ простирание, после чего проходит по толще известняков, которые по нашим наблюдениям залегают над породами «нижних туффитов» верхнего палеозоя и покрываются осадками нижнего сеномана. В этой части района наблюдается следующий восходящий разрез отложений:

1. Чередование зеленовато-серых известняков, мергелей и розоватых глин. Мощность отдельных слоев не превышает 0,5—1 м... 12 м.
2. Толстослоистые кристаллические известняки светло-серого цвета . . . . . 10 м.
3. Перекрыто . . . . . 5 м.
4. Зеленовато-серые кристаллические известняки типа п. 2 . . . 5 м.
5. Перекрыто . . . . . 5 м.
6. Розовые глины . . . . . 1 м.
7. Конгломерат-брекчии и грубозернистые песчаники с плоскокатанными гальками известняков. В средней части пачки — зеленовато-серые известняки мощностью 2 м . . . . . 4 м
8. Толстослоистые зеленовато-серые известняки с фауной брахиопод, ежей и др. . . . . 6 м.
9. Розовые глины с прослоями светло-серых известняков . . . 2 м.
10. Перекрыто . . . . . 5 м.

11. Серые и желтоватые глины с обломками фауны двустворок и мелких гастропод . . . . . 24 м.

12. Глины с прослоями песчаников и толстослойные песчаные известняки . . . . . более 50 м.

Нижняя часть приведенного выше разреза (пп. 1—6) представлена в основном известняками с прослоями пестроцветных глин и мергелей. На основе микрофауны, обнаруженной в п. 2, всю эту толщу, общей мощностью 38 м, мы относим к кимеридж-титону. По заключению В. Тодриа, любезно определившего микрофауну из этих отложений, в нижней части п. 2 встречаются характерные формы для кимериджа *Pseudocyclamina* cf. *jaccardi* (Schrodt.) и *Mesoendothyra* cf. *izjumiana* Dain., а в верхней части этой пачки—*Trocholina* cf. *elongata* (Leupold), указывающие на присутствие в разрезе отложений титона.

Известняки верхней юры трансгрессивно залегают над породами «нижних туффитоз» и имеют незначительное развитие в пределах Бендерского перевала. К северу они отсекаются проходящим здесь разрывом, а к югу постепенно срезываются под трансгрессивно залегающими породами нижнего сеномана. Небольшой изолированный выход верхнеюрских известняков мощностью 10—15 м наблюдается также несколько северо-западнее домика дорожного мастера (см. рис. 1).

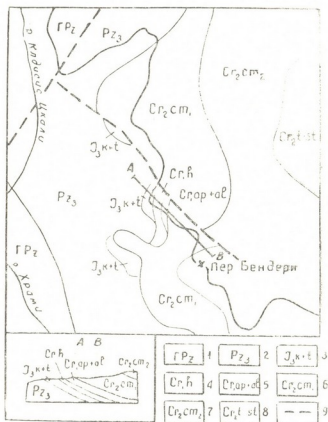


Рис. 1. Схема геологического строения района перевала Бендери: 1—гранитоиды палеозойские, 2—верхний палеозой, 3—верхняя юра (кимеридж-титон), 4—нижний мел (готерив), 5—нижний мел (ант-альб), 6—нижний сеноман, 7—верхний сеноман, 8—турси-коньяк-сантон, 9—разрывы

Над известняками верхней юры вдоль шоссеной дороги залегают сперва конгломераты и грубозернистые песчаники (п. 7), а затем толстослойные известняки с брахиоподами (п. 8). Ранее эти известняки и залегающие под ними породы (пп. 1—6) ошибочно относились к верх-

нему сеноману на том основании, что они здесь якобы залегают над породами нижнего сеномана, а содержащаяся в п. 8 фауна брахиопод определялась как *Gibbithyris sella* Sow., *G. buplicata* (Brochi) Sow. [2].

Нами установлено, что известняки п. 8 залегают стратиграфически ниже отложений нижнего сеномана а детальное изучение фауны брахиопод дало возможность Н. Квахадзе отнести их к следующим видам: *Musculina acuta* (Quensted) и *Belbekella irregularis* (Pictet), датирующим вмещающие слои готеривом.

В известняках п. 8 содержится также микрофауна, из которой И. Чубинидзе определила следующие виды: *Lamarcina caucasica* Kusnetsova et Antonova, *Miliolina* aff. *problematica* Agal., *Textularia* aff. *conveka* Antonova, *Ammobaculites*, *Haplophragmoides*, датирующие эти отложения неокомом.

Конгломераты и песчаники п. 7 по всей вероятности являются трансгрессивным основанием нижнемеловых отложений.

Над известняками с готеривской фауной появляются сперва розоватые глины (п. 9), а затем, после небольшого перерыва в обнажении (5 м), желтоватые и серые мергелистые глины с плохо сохранившейся фауной двустворок и гастропод (п. 11). Общий облик фауны, по заключению Э. Котетишвили, близок к апт-альбу.

Отложения п. 11 общей мощностью 24 м мы условно относим к апт-альбу.

В п. 12 содержится следующая нижнесеноманская фауна: *Exogyra columba* Lam., *Pseudomesalia grandis* Dvali, *Inoceramus crippsi* Mant. и др.

Исходя из вышесказанного, на восточной периферии Храмского массива фаунистически устанавливается наличие отложений верхней юры (кимеридж-титона) и нижнего мела (готерива и условно апт-альба).

Неудовлетворительная обнаженность и сложная тектоника района развития описанных выше отложений не дает возможности выяснить взаимоотношения пород апт-альба и готерива. Открытие верхнеюрских и нижнемеловых отложений в пределах Храмского кристаллического массива дает возможность по-новому представить историю геологического развития в этой области в отмеченные эпохи.

В течение верхней юры и нижнего мела если не вся площадь Храмского массива, то большая ее часть была покрыта мелководным морем, где происходило накопление в основном известняков и глинисто-мергелистых осадков. Незначительная мощность и литологический характер пород верхней юры и нижнего мела указывают на платформенные условия осадконакопления.

К востоку и юго-востоку от Храмского массива, в сторону погружения поверхности доюрского кристаллического фундамента, надо предполагать увеличение мощности отложений верхней юры и нижнего мела.

При этом не исключена возможность наличия полного разреза этих отложений в сторону зон погружения. Это со своей стороны открывает определенные перспективы поисков залежей нефти и газа в карбонатных отложениях верхней юры и нижнего мела в пределах Триаletского хребта и прилегающих областей Южной Грузии.

Управление геологии при СМ СССР

(Поступило 13.2.1970)

გეოლოგია

დ. პაპავა

ხრამის ნასივზე ზედაიურული და ქვიდაცარცული ნალექების აღმოჩენის შესახებ

რეზიუმე

ხრამის მასივის აღმოსავლეთ პერიფერიაზე ბენდერის გადასასვლელთან წალკა-მარნეულის გზის გასწვრივ ზედაპალეოზოურ და სენომანურ ნალექებს შორის გამოიშვლებულია წყება კარბონატული ნალექებისა, რომლებშიც მაკრო- და მიკროფაუნის საფუძველზე გამოიყოფა კიმერიჯულ-ტიტონური კრისტალური კირქვები და ფერადი თიხები სისქით 38 მ, ჰოტრივეული ბრაქიოპოდებთან კირქვები (10 მ) კონგლომერატით ფუძეში და აპტიურ-ალბური თიხები და მერგელები (24 მ).

GEOLOGY

D. Y. PAPAUA

ON THE DISCOVERY OF THE UPPER JURASSIC AND LOWER CRETACEOUS DEPOSITS IN THE KHRAMI MASSIF

Summary

On the eastern periphery of the Khrami Massif, near the Benderi Pass, along the Tsalika-Marneuli high-road, between the Upper Paleozoic and Cenomanian, carbonate deposits crop out in which macro- and microfau-nistical evidence allow to distinguish Kimeridgian-Tithonian crystalline lime-stones and variegated clays (thickness 38m) and Hotrivian, Brachiopodous limestones (10m) with basal conglomerate and Aptian-Albian clays and marls (24m).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Д. Гамкрелидзе. Геологическое строение Аджаро-Триаletской складчатой системы. Институт геологии и минералогии АН СССР, Монографии, № 2. Тбилиси, 1949.
2. Сб. «Геологическое строение и металлогения Юго-Восточной Грузии». Новая серия, вып. I. Тбилиси 1965.

ГЕОЛОГИЯ

Е. И. ДЕВДАРИАНИ

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВЕРХНЕМ ЭОЦЕНЕ И ОЛИГОЦЕНЕ  
ОКРЕСТНОСТЕЙ г. ТБИЛИСИ

(Представлено академиком П. Д. Гамкрелидзе 10.2.1970)

Отложения верхнего эоцена в окрестностях г. Тбилиси по литологическим признакам разделяются на две свиты: нижнюю навтлугскую и верхнюю тбилисскую нуммулитовую [1]. Первая из них параллелизуется с лиролеписовым горизонтом, а вторая соответствует зонам *Globigerinoides conglobatus* и *Bolivina* [2].

Навтлугская свита, представленная в основном глинистыми отложениями (70—260 м), во многих местах северного склона Тrialetского хребта (у сс. Згудери, Кехиджвари, Кошкеби, Гориджвари и Дзегви) трансгрессивно, с базальным конгломератом в основании, перекрывает отложения палеогена и мела [3]. В Тбилиси, а также в полосе сс. Соганлуги и Асурети наблюдается постепенный переход от среднего эоцена к навтлугской свите. Несогласное залегание последних вновь отмечается южнее указанной полосы [4]. Нами в 1969 г. совместно с В. П. Агеевым и Д. Ю. Папава в окрестностях сс. Цинцкаро и Шавсакдари установлено, что под Асуретскими конгломератами повсеместно залегают гипсоносно-глинистые отложения навтлугской свиты (50 — 100 м) с фауной *Globigerina cocaena* Gümb., *Gl. inflata* d'Orb., *Gl. bulloides* d'Orb., *Gl. cocaenica* Terq., характерной для лиролеписовых слоев. Навтлугская свита залегает здесь трансгрессивно, с базальным конгломератом (до 5 м) в основании на глинистых мергелях нижнего эоцена. Трансгрессивность их установлена также в ряде скважин, пробуренных в окрестностях с. Цинцкаро. В базальном конгломерате этой свиты в большом количестве встречаются туфогенные песчаники и известняки с дискоциклинами и нуммулитами среднего эоцена. Возможно, что отмеченная нами ранее пачка глыбовой конгломерат-брекчии на северном крыле Шавсакдарской антиклинали [5] также является аналогом базальных образований навтлугской свиты.

Тбилисская нуммулитовая свита характеризуется более разнообразным литологическим составом. На южном склоне Телетского хребта в полосе сс. Кумиси—Гоубани она сложена в основном мергелистыми глинами, содержащими фораминиферы зоны *Globigerinoides conglobatus* и зоны *Bolivina*. К западу от с. Гоубани глины замещаются конгломератами, и у с. Асурети они почти полностью занимают место вышеупомянутых зон. Чуть западнее, по р. Энагетис-хеви зона *Globigerinoides conglobatus* вновь представлена мергелистыми глинами, в верхней части которых выделяются маломощные, единичные пласты конгломератов. Асуретские конгломераты находят широкое развитие





лишь в юго-западном направлении, в окрестностях с. Джорджиашвили и правобережной части р. Алгети до с. Цинцаро. Здесь в конгломератах (мощностью до 300 м) отмечаются гальки вулканогенных пород мела Артвино-Болнисской глыбы, а также терригенных отложений палеогена [4]. На южном крыле Шавсакдарской антиклинали конгломераты постепенно замещаются глинисто-песчанистыми осадками. Конгломераты наблюдаются также на северном крыле Телетской антиклинали у подножья горы Удзо, где отдельные пласты распространяются к востоку до окраины с. Окрокана и к западу примерно до сс. Цхети и Пантиани. По характеру содержания галек и цемента, эти отложения аналогичны верхней (75 м) части Асуретских конгломератов. Они здесь располагаются в самой верхней части разреза верхнего эоцена, соответствующей зоне *Bolivina*.

Анализируя характер залегания и площадного распространения этих конгломератов, можно заключить, что они накапливались в палеодельте мощной речной артерии, как это полагал А. Г. Лалнев [6].

В пределах г. Тбилиси и близлежащих сел Карсани, Цодорети, Коджори и Окрокана тбилисская нуммулитовая свита представлена чередованием пачек толстослоистых, часто грубозернистых граувакковых песчаников и пачек, обладающих более глинистым составом. Здесь она по литологическим признакам весьма сходна с перекрывающими ее осадками олигоцена. Это сходство, при исключительной бедности палеонтологических остатков, затрудняет проведение стратиграфической границы и определение соотношения истинных мощностей олигоцена и верхнего эоцена. Имеющиеся значительные несоответствия в определении мощностей верхнего эоцена у предшествующих исследователей на территории г. Тбилиси (1100—2300 м), по-видимому, объясняется проведением границы между олигоценом и эоценом на разных уровнях.

На южном крыле Армазской антиклинали, у плотины ЗАГЭС, над песчаниками, содержащими верхнеэоценовые нуммулиты, выделяется пачка темно-серых карбонатных сланцеватых глин (25—30 м), относимая ранее к эоцену, которая по стратиграфическому положению Д. Ю. Папава условно была отнесена к нижнему олигоцену [3]. В наших образцах из этих глин содержатся *Globigerina triloculinoides* Plum., *G. officinalis* Subb., *G. locaenica* Terq., *Gumbelina* cf. *gracillima* (Andr.), позволяющие отнести их к хадумскому горизонту. Выше следуют песчаники с фауной *Corbulomya lamberti* Coss. var. *Georgiana* Zot., *C. triangularis* Nyst., *C. elongata* Sand., *C. crassa* Sand., *Astarte* Sp., *Melanopsis* Sp., *Nucula* Sp., являющейся по определению И. А. Коробкова средне- и верхнеолигоценовой [3].

Хадумский горизонт нами был выделен также на южном крыле Кумисской антиклинали у сс. Барбало и Кумиси, где глины, залегающие выше глинистых мергелей зоны *Bolivina*, содержат микрофауну *Cibicides lobatulus* (Walkor. et. Jakob.), *Globigerina officinalis* Subb.

Широко применив метод дешифрирования аэрофотоснимков, нами были прослежены по площади все основные маркирующие пачки от их опорных разрезов. В частности, глины хадумского горизонта южного



крыла Армазской антиклинали достаточно убедительно увязаны с песчано-глинистой толщей (250 м), развитой в окрестностях с. Цхнети, а также через северный склон г. Мтацминда — с авлабарскими слоями В. Е. Пахомова. Таким образом, большая часть разреза, относимая ранее к верхнему эоцену, фактически принадлежит уже олигоцену. В соответствии с этим, отложения, развитые в северо-восточной части Тбилиси (к северу от подьема Элбакидзе) и близлежащих сел Багеби, Цхнети, Ахалдаба, Мсхалдиди, Тхинвали, Лиси и Теловани относятся к олигоцену. При этом оз. Лиси, Черепашье, Цодоретис-тба и Чили-тба приурочены к глинистой части нижнего олигодена.

Разделяя мнение А. Г. Лалиева [6] и Д. А. Булейшвили [7] о нижнемиоценовом возрасте толстослойных кварцполевошпатовых песчаников, обнажающихся у с. Мухатгверди, и прослеживая их по площади с применением метода дешифрирования, нами было установлено, что граница между олигоценом и нижним миоценом проходит несколько ниже по разрезу, чем предполагалось ранее. Так, песчано-глинистые отложения, развитые в пределах с. Дигоми и почти всего Тбилисского моря, считавшиеся ранее олигоценовыми, принадлежат, по нашим данным, нижнему миоцену.

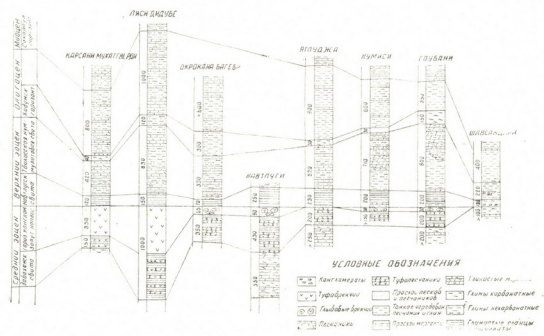


Рис. 1

Установление точного положения границы между нижним миоценом, олигоценом и верхним эоценем позволяет правильнее определить закономерности изменения их мощностей (рис. 1). Поскольку отложения среднего эоцена обладают максимальными мощностями (до 1100 м) в центральной части района (скв. № 1 Лиси), постепенно сокращаясь в мощности как в северном, так и в южном направлениях (до 20 м у с. Шавсакдари), следует заключить, что в это время здесь существовал единый недифференцированный прогиб субширотного про-



стирания. В конце среднего эоцена в пределах данного прогиба зарождаются в результате Триаletской орофазы, Армазская и Телетская широтные антиклинали, которые повлияли на распределение мощностей верхнего эоцена. В частности, в заключенной между ними зоне прогибания (проходящей через Ормоянскую и Сабурталинскую синклинали и Лисскую антиклиналь) отмечаются максимальные мощности этих отложений (до 1000—1200 м). В олигоцене возобновляется воздымание вышеназванных поднятий, в то время как в пределах Лисской антиклинали происходило интенсивное прогибание (мощность олигоценых отложений здесь достигает 1100 м). Это свидетельствует о более позднем зарождении Лисской структуры, по сравнению с Телетской и Армазской антиклиналями.

Управление геологии  
при СМ ГССР

(Поступило 13.2.1970)

გეოლოგია

ე. დევდარიანი

ახალი მონაცემები თბილისის მიდამოების ზედა ეოცენის  
და ოლიგოცენის

რეზიუმე

საველე დაკვირვებების საფუძველზე და ბურღვის მონაცემებით დადგენილია ნავთლუღის წყების ტრანსგრესია მდ. ალგეთის ზეობაში. ახლებურადაა გაშუქებული ზედაეოცენური და ოლიგოცენური ნალექების ურთიერთობის საკითხი და მათი დამოკიდებულება ქვემოთ და ზემოთ მდებარე წყებებთან. მათ შორის საზღვრის ზუსტი დადებით მოცემულია სიმძლავრეთა განაწილების სქემა, რაც დამატებით შეუქმნენ თბილისის მიდამოების გეოლოგიური განვითარების ისტორიას დროის ამ მონაკვეთებში.

GEOLOGY

E. I. DEVDARIANI

## NEW DATA ON UPPER EOCENE AND OLIGOCENE DEPOSITS OF THE TBILISI ENVIRONS

Summary

On the basis of field investigations and drilling data the transgressiveness of the Navtlugi suite has been established. The relationship between the Upper Eocene and Oligocene deposits and their relation to the underlying and overlying strata have been re-examined. A new diagram of thickness distribution is provided by drawing precise boundaries between them, thus throwing additional light on the history of the geological development of the Tbilisi environs in this period.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. В. Качаравა. Труды Ин-та геологии АН ГССР, т. VIII, Тбилиси, 1955.
2. И. В. Качаравა, Вестник Гос. музея Грузии, т. XVII-А, Тбилиси, 1956.
3. Д. Ю. Папавა. Геологическое строение восточной части Триаletского хребта. Автореферат, Тбилиси, 1966.
4. Ш. А. Адамия и др. Труды Геол. ин-та АН ГССР, нов. сер., I, Тбилиси, 1955.
5. Е. И. Девдариани и др. Сообщения АН ГССР, т. 54, № 3, 1969.
6. А. Г. Лалиев, Майкопская серия Грузии. М., 1964.
7. Д. А. Булейшвили. Труды ВНИГНИ. М., 1960.

С. Ш. САРҚИСЯН

О МИГРАЦИИ ВЕЩЕСТВА ПРИ МЕТАСОМАТИЧЕСКОМ  
ОБРАЗОВАНИИ ЖИЛ В ГАББРОВОМ ИНТРУЗИВЕ  
ОКРЕСТНОСТЕЙ СЕЛ. ЛЕРМОНТОВО  
(Северная Армения)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. А. Твалчрелидзе 3.2.1970)

Лермонтовский габбровый интрузив расположен в центральной, погруженной части северо-западного (армянского) сегмента Амасия-Акеринской структурной зоны Малого Кавказа, которая зародилась как геосинклинальный трог вдоль серии глубинных разломов. Образование этой структуры, являющейся составной частью Эрзерум-Севанской шовной зоны, относится к концу юры [1]. Для данной полосы, которая разделяет два региональных поднятия: типично широкое распространение пестрого (цветного) меланжа, а рассматриваемый ее отрезок сложен нормально стратифицированными отложениями палеогеновой вулканогенной формации и характеризуется значительно более спокойной тектоникой. На флангах данной полосы, испытавших меньшее погружение, преобладают ультрабазиты. В то же время, в центральной части зоны развиты габбро-плагиогранитный и щелочной комплексы [2].

Лермонтовский интрузив, описанный в свое время В. Н. Котляром, Б. С. Вартапетяном и некоторыми другими исследователями, вытянут в СЗ направлении и занимает площадь 0,65 км<sup>2</sup>. Центральную его часть слагают крупнозернистые оливниновые габбро, а периферическую — плотные биотитовые мелкозернистые разновидности [3, 4]. Вмещающей средой для интрузива является вулканогенно-осадочная толща, сложенная породами андезитового (в верхах) и дацитового (в нижней части) состава. Соответственно в этой толще нами выделяются нижняя, дацит-кварцпорфировая, и верхняя, терригенно-вулканогенная субформации, являющиеся составными частями мощной офиолитовой формации, в понимании И. В. Хворовой с соавторами [5].

Изученные нами ранее жильные породы Лермонтовского интрузива представлены габбро-пироксенитами, амфиболитами, биотититами, пегматит-аплитами и плагиоклазитами (альбититами) [6], которые, за редкими исключениями, не выходят за пределы развития габбровых пород массива. В распределении упомянутых жильных пород намечается определенная закономерность, которая выражается в постоянной сближенности контрастных по составу тел: неподалеку от габбро-пироксенитовых и амфиболитовых жил, как правило, залегают жилы пегматит-аплитов и альбититов.





ложенных преобразований последовательно переходили в амфиболиты и далее в биотититы. Дальнейшее изменение последних, по-видимому, происходившее при активном воздействии экзогенных факторов и вызвавшее формирование жил вермикулита или гидробиотита, здесь не рассматривается.

Определенный интерес представляет рассмотрение баланса вещества в процессе последовательного преобразования габбровых пород, с одной стороны, в габбро-пироксениты и, с другой — в пегматит-аплиты. Заслуживает внимания также поведение главных породообразующих элементов при дальнейшем переходе габбро-пироксенитов в амфиболиты и биотититы.

Эти процессы иллюстрируются диаграммами, исходными данными для которых послужили коэффициенты из приведенных выше формул пород.

Приведенные диаграммы отражают миграцию вещества при формировании габбро-пироксенита (рис. 1) и пегматит-аплита (рис. 2) за счет габбро. На рис. 3 показаны изменения состава габбро у контакта его, с одной стороны, с габбро-пироксенитовой, а с другой — с амфиболитовой жилами. Наконец, последняя диаграмма (рис. 4) иллюстрирует перемещение атомов при последовательном преобразовании габбро-пироксенита в амфиболит и далее в биотитит.

Как видно из приведенных диаграмм, все отмечающиеся преобразования происходили в основном за счет внутренней перегруппировки

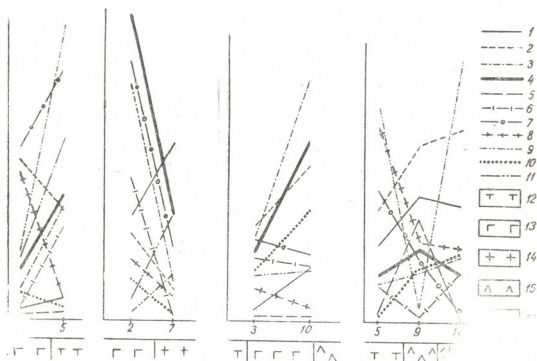


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

Рис. 4

Диаграммы перемещения компонентов при метасоматическом преобразовании габбро: Элементы: 1—кремний; 2—алюминий; 3—железо окисное; 4—железо закисное; 5—марганец; 6—магний; 7—кальций; 8—натрий; 9—калий; 10—титан; 11—гидроксил. Горные породы: 12—габбро-пироксениты; 13—габбро; 14—пегматит-аплиты; 15—амфиболиты; 16—биотититы





атомов. Исключение при этом составляют лишь калий и гидроксид-ион, приток которых вполне очевиден.

Примечательно почти совершенно инертное поведение марганца, количество которого более или менее стабильно при всех процессах.

Наконец, интенсивный вынос кальция, а в ряде случаев и титана, возмещается формированием сфеновых и титаномагнетитовых (с апатитом) оторочек в зальбандах габбро-пироксенитовых и амфиболитовых жил. При этом количество железа, освобождающееся при образовании пегматит-аплитов, по-видимому, является достаточным для тех небольших титаномагнетитовых прожилков-оторочек, о которых говорится выше.

Кавказский институт минерального сырья

(Поступило 30.1.1970)

საბრუნოლოგია

ს. სარკისიანი

ნივთიერების მიგრაციის შესახებ მეტასომატური ძარღვების  
ფორმირების დროს სოფ. ლერმონტოვოს (ჩრდილო სომხეთი)  
შემოგარენის ბაზროულ ინტრუსივში

რეზიუმე

განხილულია უმთავრესი კომპონენტების ქცევა გაბროს ხარჯზე წარმოქმნის პროცესში. დადგენილია, რომ ძარღვული სხეულები ფორმირდება ძირითადად ატომების გადაჯგუფების შედეგად. ნივთიერების გარკვეული შემოტანა აღინიშნება მხოლოდ კალიუმისა და ჰიდროქსილიონისათვის. გაბროდან გაიტანება კალციუმი, ნაწილობრივ ტიტანი და რკინა, რამაც განსაზღვრა სფენისა და ტიტანომაგნეტიტის შემონახვარების წარმოქმნა გაბრო-პიროქსენიტულ და ამფიბოლიტურ ძარღვებში.

PETROLOGY

S. Sh. SARKISYAN

ON THE MIGRATION OF SUBSTANCE DURING METASOMATIC FORMATION OF VEINS IN THE GABBROIC INTRUSIVE IN THE VICINITY OF THE VILLAGE OF LERMONTOVO (NORTHERN ARMENIA)

Summary

The behaviour of the main components in the process of the formation of gabbro-pyroxenites, pegmatite-aplites, amphibolites and biotitites at the expense of gabbro have been considered. It has been found that vein bodies result from regrouping of atoms. Introduction of material is more or less appreciable only for K and OH. Subtraction of lime and partly titanium and ferrum from gabbro predetermined the formation of sphene and titano-magnetite margins at gabbro-pyroxenite and amphibolite veins.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Е. Хаин. Вестник Московского государственного ун-та, «Геология», № 1, 1969.
2. С. Ш. Саркисян. Известия АН СССР, сер. геол., № 2, 1963.
3. В. Н. Котляр. Памбак. Ереван, 1958.
4. Б. С. Вартапетян. Известия АН Армянской ССР, сер. геол. и геогр. наук, № 4, 1959.
5. И. В. Хворова, А. А. Гаврилов и др. Осадкообразование и полезные ископаемые вулканических областей прошлого. М., 1968.
6. С. Ш. Саркисян. Грудь КИМС, серия геол., вып. VI(8), 1965.
7. В. Г. Боголепов. Известия АН СССР, сер. геол., № 1, 1962.

Т. Г. ЧХОТУА

## АМФИБОЛИТЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЮЖНОГО СКЛОНА БОЛЬШОГО КАВКАЗА В ПРЕДЕЛАХ АБХАЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 2.2.1970)

Амфиболиты так называемой дамхурцевской свиты известны в северо-западной части Абхазии, где они слагают водораздел рр. Бавю и Лашипсе, правый борт истоков последней, а также гребень и склон Главного хребта, частично переходя на территорию Ставропольского края в районе верховьев рр. Санчарка, Лаштрак, Дамхурц и Макара.

Вместе с кристаллическими сланцами лаштракской свиты амфиболиты участвуют в сложении ряда опрокинутых на юг изоклинальных складок субширотного простирания. По палинологическим и коэвеным палеонтологическим данным, возраст этих двух свит трактуется как верхи среднего палеозоя.

Свита сложена преимущественно амфиболитами, роговообманковыми кварцевыми диоритами, плагиогранитами; меньшим распространением пользуются амфиболиты и габбро. Иногда наблюдается перемежаемость линзовидных тел амфиболитов со слюдисто-гранатовыми сланцами и мраморами.

Наиболее развиты амфиболиты. Это зеленовато-серые породы, обладающие сланцеватыми и плоско-параллельными текстурами. Структура их нематобластическая и нематогранобластическая, в отдельных случаях наблюдаются реликты габбровых и офитовых структур.

Парагенетическая ассоциация: плагиоклаз-роговая обманка; встречаются окварцованные и биотитизированные разновидности.

Плагиоклаз представлен  $Ap_{56-71}$ ; в окварцованных разновидностях он менее основной —  $Ap_{46-51}$ ; обычно плагиоклаз пренизитирован и сосюритизирован, местами наблюдается очищение его по периферии от продуктов распада.

Роговая обманка зеленая, обыкновенная: плеохроизм по Ng — зеленый, голубовато-зеленый; по Np — желтовато-зеленый:  $cNg 20^\circ$ ;  $2V 77^\circ$ ; Ng 1,663; Np 1,649; Ng—Np 0,014. Иногда в центральной части роговой обманки видны реликты моноклинового пироксена-авггита. Отмечаются слабая хлоритизация и эпидотизация роговой обманки; изредка роговая обманка переходит в биотит. Последний образует отдельные чешуи и скопления.

Из аксессуаров встречаются сфен и рудный минерал, а в амфиболитах ущелья р. Лаштрак попадаются гранат и турмалин.



Роговообманковые кварцевые диориты обладают сланцеватой текстурой. Структура их гранобластическая. Минеральный парагенезис: плагиоклаз-роговая обманка (-актинолит)-кварц.

Плагиоклаз этих пород представлен  $Ap_{35-42}$ ; продукты изменения — сосюрит и серицит. Часто встречаются свежие, очищенные от вторичных продуктов плагиоклазы, по составу отвечающие  $Ap_{19-27}$ . Плагиоклаз резорбирован кварцем.

Роговая обманка обыкновенная, зеленая. Плеохроирует в зеленовато-желтых тонах; с Ng  $19^\circ$ ;  $2V$   $77^\circ$ ; Ng 1,678; Np 1,662; Ng—Np 0,018. Роговая обманка кварцевых диоритов интенсивно эпидотизирована и хлоритизирована. Она часто присутствует лишь в виде реликтов в хлорит-эпидотовых скоплениях.

Кварц привнесен, образует удлиненные зубчатые зерна и скопления, разрезающие порообразующие минералы. Торцовый кварц часто слагает прожилки, секущие сланцеватость. Аксессуары представлены сфеном, апатитом, гранатом и рудным минералом.

Плагиограниты отличаются светлой окраской и слабо выраженной полосчатой текстурой. Структура их гранобластическая, реже лепидогранобластическая. Минеральные ассоциации: кварц-альбит-хлорит, кварц-альбит-эпидот-хлорит, реже кварц-альбит-мусковит-хлорит.

Плагиоклаз, как правило, отвечает  $Ap_{6-18}$ , изредка встречаются плагиоклазы андезинового ряда. Продукты изменения — серицит, эпидот.

Минералы группы эпидота обычно представлены клиноцоизитом. Он бесцветный, с аномальными интерференционными цветами;  $2V$   $78^\circ$ . Реже встречается собственно эпидот зеленовато-фисташкового цвета с  $2V$   $62^\circ$ . Минералы группы эпидота образованы в основном по роговой обманке и частично в результате деанортитизации основных плагиоклазов.

Хлорит представлен клинохлором; Ng 1,586; Np 1,580; Ng—Np 0,008; зеленовато-серый; плеохроирует слабо; изредка отмечается аномально синий цвет интерференции. Хлорит также образуется по роговой обманке.

Аксессуары — рудный минерал, гранат, апатит, циркон, сфен.

Наименьшим распространением в районе пользуются амфиболиты (актинолититы) и габбро, встречающиеся в виде небольших участков среди амфиболитов.

Петрологическое исследование амфиболитов дамхурцевской свиты приводит к некоторым выводам относительно происхождения этих пород. Формы залегания (линзы и дайкообразные тела), остаточные габбровые и офитовые структуры, реликты пироксена, химический состав и петрохимические пересчеты указывают на магматическое происхождение части амфиболитов, видимо, за счет основных пород типа габбро и диабазов. В то же время, выдержанность по простиранию и паде-

нию «горизонтов» амфиболитов, согласное чередование их со сланцами и мраморами, фацнальные взаимопереходы между амфиболитами и сланцами, а также совпадение элементов залегания сланцеватости этих пород позволяют предполагать, что весь комплекс пород возник в результате метаморфизма и метасоматизма вулканогенно-осадочной толщи, содержащей также интрузивные тела.

Судя по наиболее высокотемпературному парагенезису плагиоклаз Ap<sub>58-71</sub> —роговая обманка — метаморфизм исходных пород отзечал амфиболитовой фации регионального метаморфизма, в результате процессов которого исходные вулканогенные осадки и прорывающие их основные интрузивные тела были превращены в амфиболиты. Кварцевые диориты и плагиограниты пространственно тесно связаны с амфиболитами, образуют с ними по простирианию фацнальные взаимопереходы и, по-видимому, происходят за счет последних. Наблюдения над минералами амфиболитов, кварцевых диоритов и плагиогранитов показывают следующие типичные случаи замещения: плагиоклаз→альбит+минералы группы эпидота; роговая обманка→хлорит+минералы группы эпидота; характерны также процессы общего окварцевания пород.

Как показывают химические анализы (см. таблицу), при переходе амфиболита в плагиогранит происходит рост процентного содержания SiO<sub>2</sub> (от 47,20 до 73,8%) и Na<sub>2</sub>O (от 1,80 до 4,34%); соответственно падает содержание MgO (от 9,25 до 0,82%), CaO (от 7,77 до 2,54%), суммы окисного и закисного железа (от 11,25 до 7,9%); содержание K<sub>2</sub>O более или менее стабильно (исключая биотитизированные амфиболиты).

Химический состав пород амфиболитового комплекса

(аналитик К. Мтиулишвили)

Окислы	Актинолитит	Полевошпатовый амфиболит	Биотитизирован. окварц. амфиболит	Кварцевый диорит	Плагиогранит
SiO <sub>2</sub>	49,39	47,20	51,71	65,99	73,87
TiO <sub>2</sub>	0,13	0,17	0,52	0,31	0,19
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,36	16,36	15,31	15,98	14,85
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,24	3,51	0,57	1,22	0,22
FeO	5,40	7,74	8,46	2,96	0,57
MnO	0,41	0,14	0,14	0,12	0,05
MgO	13,93	9,25	8,57	2,38	0,82
CaO	11,07	7,77	7,75	5,82	2,54
K <sub>2</sub> O	0,60	1,70	3,60	0,41	0,66
Na <sub>2</sub> O	1,70	1,80	1,00	2,41	4,34
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,13	0,20	0,28	0,38	0,36
SO <sub>3</sub>	—	—	—	0,46	0,61
H <sub>2</sub> O—	—	—	0,08	0,18	0,06
H <sub>2</sub> O+	2,74	4,06	1,81	1,29	0,80
Сумма	100,10	99,90	99,81	99,91	99,94

Как известно, для гранитоидов Большого Кавказа характерна Si, Na, K-ая стадийность в процессе метасоматического гранитообра-

зования [1], причем могут быть проявлены одна, либо две, либо все стадии. Из описания пород и сравнения химических анализов видно, что в нашем случае проявлены Si—Na стадии метасоматоза, преобразовывающие амфиболиты в плагиограниты.

При изучении смежного с амфиболитами комплекса кристаллических сланцев [2] был показан диафторический характер образования последнего. Учитывая пространственную связь и общность процессов обоих комплексов, нам представляется возможным допустить об одном и том же источнике гранитизирующих и регрессивно метаморфизирующих растворов.

Академия наук Грузинской ССР

Геологический институт

(Поступило 5.2.1970)

პეტროლოგია

თ. ჩხობუა

კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ჩრდილო-დასავლეთი ნაწილის  
(აფხაზეთი) ამფიბოლიტები

რეზიუმე

დამხურტის წყების პეტროლოგიური კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ პირველადი დანალექი, ვულკანოგენურ-დანალექი და ინტრუზიული ქანების გარდაქმნაში ამფიბოლიტებად, კვარციან დიორიტებად და პლაგიოგრანიტებად დიდი როლი შეასრულა მეტამორფიზმისა და მეტასომათიზმის პროცესებმა. ამფიბოლიტური ფაციესის ქანები — ამფიბოლიტები — Si—Na მეტასომათიზმის შედეგად გადადის კვარციან დიორიტებად და პლაგიოგრანიტებში.

PETROLOGY

T. G. CHKHOTUA

## AMPHIBOLITES FROM THE NW PART OF THE SOUTHERN SLOPE OF THE GREATER CAUCASus

Summary

Petrological investigation shows the great importance of the processes of metamorphism and metasomatism in the final formation of the Damkhurts suite from the primarily sedimentary, volcanic-sedimentary and intrusive rocks. As a result of Si—Na metasomatism the rocks of amphibolitic facies (amphibolites) are transformed into quartz diorites and plagiogranites.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. М. Заридзе, Н. Ф. Татришвили. Сб. «Междунар. геол. конгр.» сессия 21, пробл. 14 (Доклады советских геологов). Киев, 1960.
2. Г. Д. Думбадзе, Т. Г. Чхотуа. Сообщения АН ГССР, 49, № 1, 1968.



## СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

В. К. БАЛАВАДЗЕ, М. М. ЛОРДКИПАНИДЗЕ

### ПРЯМЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА ПРИ СТЕСНЕННОМ РАСТЯЖЕНИИ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 11.2.1970)

Армирование, в результате механического взаимодействия стали и бетона, может значительно повысить предельную прочность бетона на растяжение [1, 2]. Позднее также экспериментально было установлено, что всякая стесненность деформации растяжения бетона повышает его прочность на разрыв [3].

Известно, что деформация растяжения у места будущего разрыва (трещины) бетона бывает значительно более интенсивной, чем в других его частях, и что степень интенсивности деформации с удалением от этого места по обеим сторонам затухающе снижается приблизительно по параболическому закону, распространяясь на несколько сантиметров в каждую сторону по длине элемента.

Указанная закономерность изменения деформации растяжения бетона по длине элемента показывает, что необходимым условием появления трещин в бетоне является предварительная интенсивная деформация растяжения в области ее образования. Всякая стесненность этой предварительной деформации растяжения будет отдалять момент появления как необратимых микропрещин (представляющих собой дискретные разрывы сплошности бетона с весьма малым их протяжением), так и собственно трещин (т. е. таких трещин, которые могут быть даже невидимыми, но которые обязательно должны быть разрывами сплошности бетона на значительном протяжении) и этим самым будет повышать его предельную прочность [4].

Вопрос о влиянии стесненности деформации растяжения бетона (осуществляемой армированием, трением или иным способом) на его прочность имеет исключительно большое теоретическое и практическое значение.

Поэтому мы попытались поставить такие опыты, которые неопровержимо доказали бы повышение прочности бетона стесненностью его деформации растяжения.

Для выполнения этих опытов из тяжелого раствора (мелкозернистого бетона) марки «300» было изготовлено 18 близнецов-восьмерок размерами  $10 \times 10 \times 70$  см. Шесть из них были чисто бетонные с искусственным сквозным эллиптическим отверстием по середине, с большой осью, равной 20 мм и расположенной перпендикулярно к продольной оси восьмерки, и малой осью, равной 3 мм. Шесть других были с таки-



ми же отверстиями, но армированы четырьмя стальными арматурными стержнями диаметром 12 мм, связанными между собой 12 хомутами диаметром 6 мм. Однако продольная арматура по середине имела разрыв на 3 см, т. е. арматурный каркас состоял из двух половинок, отстоящих друг от друга в середине по длине элемента на 3 см. И, наконец, каждая из последних шести восьмерок со сквозным отверстием была армирована только одним стержнем диаметром 20 мм, расположенным по оси и с разрывом по середине на длину малой оси отверстия (на 3 мм). Искусственные сквозные отверстия были сделаны для фиксации, по длине опытного образца, места будущего разрыва (трещины) бетона и для создания значительной концентрации напряжения и стало быть интенсивной деформации растяжения в этом месте. А разрывом арматуры, диаметр которой подбирался с расчетом значительного ее влияния на все поперечное сечение образца, специально была

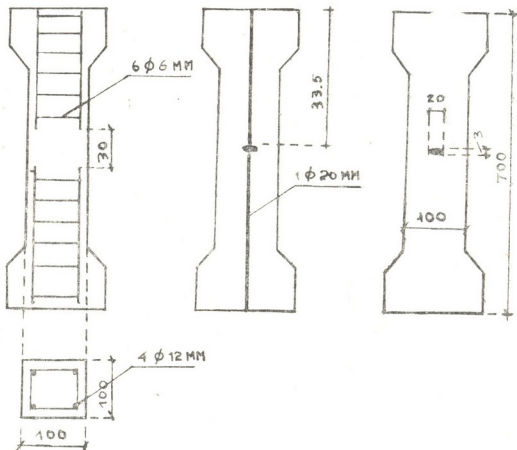


Рис. 1. Виды конструкций испытанных армированных и неармированных опытных образцов-восьмерок

создана стесненность интенсивной деформации растяжения неармированного бетона в середине восьмерки [5]. Это должно было привести к повышению предельной прочности армированных образцов по сравнению с неармированными. Если бы не было влияния стесненности деформации растяжения бетона в армированных восьмерках, то разрыв у всех (армированных и неармированных) восьмерок должен был про-



изойти при одной и той же разрушающей нагрузке, так как бетонное рабочее сечение в середине (за вычетом площади, создаваемой отверстием) всех восьмерок совершенно одинаковое (см. рис. 1). Все опытные образцы восьмерки были изготовлены из одного и того же замеса в деревянных формах на лабораторном вибростоле при продолжительности вибрации 20 сек. Их распалубка производилась через 48 часов после изготовления и до месячного возраста они находились в режимной комнате с нормальными условиями хранения. В месячном возрасте все они подверглись испытанию на разрыв.

Результаты испытанных таким образом всех армированных и неармированных восьмерок помещены в таблице.

№ образцов	Вид армирования восьмерок		Восьмерки без арматуры	Примечание
	каркас	стержень		
	Разрушающая нагрузка, кг			
1	2150	1800	1260	у этого образца арматурные стержни оказались расположенными строго по оси
2	2100	1880	1200	
3	2100	1780	1180	
4	2220	1800	1250	
5	2180	1790	1200	
6	2200	1770	1220	

Из этой таблицы ясно видно, что стесненность деформации растяжения бетона значительно повышает его предел прочности. В наших опытах стесненность деформации растяжения бетона, осуществляемая в восьмерках четырьмя стержнями диаметром 12 мм, повысила предельную прочность бетона по сравнению с неармированным в 1,8 раза, а у восьмерок, армированных по оси одним стержнем диаметром 20 мм, повышение прочности бетона составило 50%.

Полученные из указанных непосредственных (прямых) опытов данные неоспоримо показывают, что стесненность деформации растяжения бетона повышает его прочность.

Тбилисский институт сооружений  
и гидроэнергетики  
им. А. В. Вишера

(Поступило 12.2.1970)

სამშენებლო მეცნიერება

ვ. ბალავაძე, ა. ლორთქიფანიძე

პირდაპირი ექსპერიმენტები ბეტონის სიბრტყის გამოსაკვლევად  
შეზღუდული დაზიანებისას

რეზიუმე

ამირებულ (განივი არმატურის წყვეტილ ელემენტის შუაში) და არაარმი-  
რებულ შუა კვეთში გამჭოლი ნახვრეტით შესუსტებული ბეტონის რვიანებზე  
პირდაპირი ექსპერიმენტებით დადგენილია, რომ ბეტონის გაჭიმვის დეფორმა-  
ციის შეზღუდვას შეუძლია მნიშვნელოვნად გაზარდოს მისი ზღვრული სიმტ-  
კიცე.

V. K. BALAVADZE, M. M. LORDKIPANIDZE

DIRECT EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF STRENGTH OF  
CONCRETE DURING CONSTRAINED TENSION

## Summary

Direct tests of reinforced (the longitudinal element had a breach in the middle) and plain concrete, involving 'eights' with weakening of the section in the middle along the length of the element and a through opening, have shown that by putting a constraint on the deformation of concrete its tensile strength may be considerably heightened.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. К. Балавадзе. Сообщения АН ГССР, т. XVII, № 4, 1956.
2. В. К. Балавадзе. Сообщения АН ГССР, т. XIX, № 3, 1957.
3. В. К. Балавадзе. Бетон и железобетон, № 10, 1959.
4. В. К. Балавадзе. Сб. «Материалы VI Конференции по бетону и железобетону». Рига, 1966.
5. В. К. Балавадзе. Сообщения АН ГССР, т. XXVI, № 5, 1961.



$$\text{на } 1 \equiv \frac{\exp\left\{\frac{b_{ih}}{a_{ih}} \varphi\right\}}{\exp\left\{\frac{b_{ih}}{a_{ih}} \varphi\right\}},$$

получим

$$a_{ih} \frac{\exp\left\{\frac{b_{ih}}{a_{ih}} \varphi\right\}}{\exp\left\{\frac{b_{ih}}{a_{ih}} \varphi\right\}} \left[ \frac{dX_k(\varphi)}{d\varphi} + \frac{b_{ih}}{a_{ih}} X_k(\varphi) \right] = a_{ih} \frac{\frac{d}{d\varphi} \left[ X_k(\varphi) \exp\left\{\frac{b_{ih}}{a_{ih}} \varphi\right\} \right]}{\left\{ \exp\left\{\frac{b_{ih}}{a_{ih}} \varphi\right\} \right\}}. \quad (3)$$

Обозначим

$$\begin{aligned} \psi_{ih}(\varphi) &= \frac{a_{ih}}{b_{ih}} \exp\left\{\frac{b_{ih}}{a_{ih}} \varphi\right\}, \\ \varphi_{ih}(\varphi) &= X_k(\varphi) \exp\left\{\frac{b_{ih}}{a_{ih}} \varphi\right\}. \end{aligned} \quad (4)$$

Тогда, пользуясь теоремой Коши, выражение (3) можно записать следующим образом:

$$\begin{aligned} \frac{a_{ih} \frac{d}{d\varphi} \left[ X_k(\varphi) \exp\left\{\frac{b_{ih}}{a_{ih}} \varphi\right\} \right]}{\exp\left\{\frac{b_{ih}}{a_{ih}} \varphi\right\}} &= a_{ih} \frac{X_k(\Phi) \exp\left\{\frac{b_{ih}}{a_{ih}} \Phi\right\} - X_k(0) \exp\left\{\frac{b_{ih}}{a_{ih}} 0\right\}}{\frac{a_{ih}}{b_{ih}} \left( \exp\left\{\frac{b_{ih}}{a_{ih}} \Phi\right\} - \exp\left\{\frac{b_{ih}}{a_{ih}} 0\right\} \right)} = \\ &= \frac{b_{ih} X_k(\Phi) \exp\left\{\frac{b_{ih}}{a_{ih}} \Phi\right\}}{\exp\left\{\frac{b_{ih}}{a_{ih}} \Phi\right\} - 1} = \frac{b_{ih}}{1 - \exp\left\{-\frac{b_{ih}}{a_{ih}} \Phi\right\}} X_k(\Phi). \end{aligned} \quad (5)$$

Так как  $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $k = 1, 2, \dots, n$ , то уравнение (1) с учетом выражения (5) примет следующий вид:

$$\begin{aligned} \frac{b_{11}}{1 - \exp\left\{-\frac{b_{11}}{a_{11}} \Phi\right\}} X_1(\Phi) + \frac{b_{12}}{1 - \exp\left\{-\frac{b_{12}}{a_{12}} \Phi\right\}} X_2(\Phi) + \\ + \dots + \frac{b_{1n}}{1 - \exp\left\{-\frac{b_{1n}}{a_{1n}} \Phi\right\}} X_n(\Phi) = C_1, \\ \frac{b_{21}}{1 - \exp\left\{-\frac{b_{21}}{a_{21}} \Phi\right\}} X_1(\Phi) + \frac{b_{22}}{1 - \exp\left\{-\frac{b_{22}}{a_{22}} \Phi\right\}} X_2(\Phi) + \\ + \dots + \frac{b_{2n}}{1 - \exp\left\{-\frac{b_{2n}}{a_{2n}} \Phi\right\}} X_n(\Phi) = C_2, \\ \dots \\ \dots \end{aligned} \quad (6)$$

$$\frac{b_{n1}}{1 - \exp\left\{-\frac{b_{n1}}{a_{n1}}\Phi\right\}} X_1(\Phi) + \frac{b_{n2}}{1 - \exp\left\{-\frac{b_{n2}}{a_{n2}}\Phi\right\}} X_2(\Phi) + \dots + \frac{b_{nn}}{1 - \exp\left\{-\frac{b_{nn}}{a_{nn}}\Phi\right\}} X_n(\Phi) = C_n.$$

Очевидно, что решение системы (6) является искомым частным решением (2) системы (1). Отметим, что на ход рассуждений не влияют условия  $X_h(0) = 0$ . С таким же успехом можно взять  $X_h(0) = X_h^0 = \text{const}$ .

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт строительной механики и  
 сейсмостойкости

(Поступило 13.2.1976)

საშენნობა და მშენებლობის მეცნიერებათა აკადემია

ზ. მადაგუა, მ. თხელიძე

ძალეების განსაზღვრის უმსახებ ერთგვაროვან კომბინირებულ კონსტრუქციებში ცოცვადობის დეფორმაციების ბათვალისწინებით

რეზიუმე

ძალეების განსაზღვრის ამოცანა ცოცვადობის „დაძველების“ თეორიის საფუძველზე დაიყვანება მუდმივკოეფიციენტებიანი წრფივი დიფერენციალური განტოლებების სისტემის კერძო ამოხსნამდე. მოცემულია დასმული ამოცანის გადაწყვეტის ერთი ახალი ხერხი სპეციალური წრფივი ალგებრული განტოლებების სისტემის ამოხსნის საშუალებით.

STRUCTURAL MECHANICS

Z. K. MADZAGUA, M. G. TKHELIDZE

## ON THE DETERMINATION OF STRESS IN HOMOGENEOUS COMBINED CONSTRUCTIONS WITH ACCOUNT OF THE CONCRETE CREEP DEFORMATIONS

Summary

The problem of the determination of stress by means of the theory of aging is reduced to the particular solution of a system of linear differential equations with constant coefficients. A new technique is advanced for solving the above problem by means of a special system of linear algebraic equations.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. В. Кизирья. Сообщения АН ГССР, 28, № 3, 1962.
2. Г. В. Кизирья. Сообщения АН ГССР, 35, № 2, 1964.
3. Г. В. Кизирья, З. К. Мадзагуа. Сообщения АН ГССР, 50, № 3, 1968.
4. З. К. Мадзагуа. Сообщения АН ГССР, 51, № 3, 1968.
5. В. И. Смирнов. Курс высшей математики, т. I, М., 1947.



СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Г. Д. ПАВЛЕНИШВИЛИ, А. Д. ДОЛИДЗЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ УСИЛИЙ В СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ПО ТЕОРИИ УПРУГО-ПОЛЗУЧЕГО ТЕЛА

(Представлено академиком К. С. Завриевым 18.2.1970)

В работах [1, 2] дается методика расчета сборно-монолитных предварительно напряженных конструкций, работающих без трещин в растянутой зоне с учетом линейной и нелинейной ползучести, усадки и изменения модулей упругости обоих бетонов, а также релаксации усилий в предварительно напряженной арматуре. По расчетной схеме, данной на рис. 1, составлены уравнения равновесия и пять нелинейных интегродифференциальных уравнений равенств деформации по предпосылкам теории старения.

Для решения данной системы уравнений составлены алгоритм и вычислительная программа для БЭСМ-2, решен ряд примеров, определена погрешность.

Предлагаемая работа

ставит целью содействовать разработке того же вопроса с использованием предпосылок более общей и совершенной теории упруго-ползучего тела. Для простого случая—центрально сжатой неармированной бетонной призмы, состоящей из двух бетонов—получено решение по теории упруго-ползучего тела [3].

За последнее время в связи с широким внедрением ЭВМ при решении многих сложных инженерных задач становится возможным использование более совершенного расчетного аппарата. Поэтому, во многих практических случаях при описании длительного напряженно-деформированного состояния разных железобетонных конструкций, целесообразно пользоваться предпосылками теории упруго-ползучего тела. По расчетной схеме (рис. 1) составляются уравнения равновесия

$$\begin{aligned}
 N_1(t) + N_2(t) + N_3(t) + N_4(t) + N_5(t) &= N - N_p(t); \\
 M_1(t) + M_2(t) + N_1(t) \cdot e_1 + N_3(t) \cdot e_3 + N_4(t) \cdot e_4 - N_5 \cdot e_5 &= \\
 = M + \alpha_2 [N - N_p(t)] \cdot e' + (1 - \alpha_2) [N - N_p(t)] \cdot e'' & \quad (1)
 \end{aligned}$$

а также 5 интегродифференциальных уравнений равенств деформаций, одно из которых—условие совместности деформаций двух разных бетонов—имеет вид

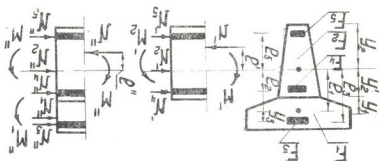


Рис. 1

$$\begin{aligned}
 & \left[ \frac{N_1''(\tau_1)}{F_1} - \frac{M_1''(\tau_1) \cdot y_1}{I_1} \right] \left[ \frac{1}{E_1(\tau_1)} + C_1(t, \tau_1) \right] + \\
 & + \int_{\tau_1}^t \frac{d}{d\tau} \left[ \frac{N_1(\tau)}{F_1} - \frac{M_1(\tau) \cdot y_1}{I_1} \right] \left[ \frac{1}{E_1(\tau)} + C_1(t, \tau) \right] \cdot d\tau = \\
 = & \frac{N_2''(\tau_1)}{F_2 \cdot E_2(\tau_1)} + \frac{M_2''(\tau_1) \cdot y_2'}{I_2 \cdot E_2(\tau_1)} + \left[ \frac{N_2(\tau_1)}{F_2} + \frac{M_2(\tau_1) \cdot y_2'}{I_2} \right] \cdot C_2(t, \tau_1) + \quad (2) \\
 & + \int_{\tau_1}^t \frac{d}{d\tau} \left[ \frac{N_2(\tau)}{F_2} + \frac{M_2(\tau) \cdot y_2'}{I_2} \right] \left[ \frac{1}{E_2(\tau)} + C_2(t, \tau) \right] \cdot d\tau,
 \end{aligned}$$

где  $N_i''$  и  $M_i''$ —усилия, приложенные к объединенному сборно-монолитному сечению.

Для использования методов вычислительной математики удобнее представить равенства деформаций в виде интегральных уравнений типа Вольтерра второго рода:

$$\begin{aligned}
 W_1(t) &= \int_{\tau_1}^t k_2[t, \tau, M_2(t)] d\tau - \int_{\tau_1}^t k_1[t, \tau, M_1(t)] d\tau + \eta_1; \\
 W_2(t) &= \int_{\tau_1}^t k_3[t, \tau, N_1(t), M_1(t)] d\tau + \varepsilon_{1y}(t); \\
 W_3(t) &= \int_{\tau_1}^t k_4[t, \tau, N_2(t), M_2(t)] d\tau + \varepsilon_{2y}(t); \\
 W_4(t) &= \int_{\tau_1}^t k_5[t, \tau, N_2(t), M_2(t)] d\tau + \varepsilon_{2y}(t); \\
 W_5(t) &= \int_{\tau_1}^t k_6[t, \tau, N_2(t), M_2(t)] d\tau - \\
 & - \int_{\tau_1}^t k_7[t, \tau, N_1(t), M_1(t)] d\tau + \varepsilon_{2y}(t) - \varepsilon_{1y}(t) + \eta_5,
 \end{aligned} \quad (3)$$

где  $k_i(t, \tau)$ —ядра интегральных частей;  $W_i(t)$ —линейные алгебраические зависимости неизвестных, формулы которых здесь не приводятся. Через  $\eta_1$  и  $\eta_5$  обозначены члены, которых фигурируют в уравнениях при отдельном приложении усилий к сборному элементу.

$$\eta_1 = -\frac{M_2'}{E_2 I_2}, \quad \eta_5 = -\left[ \frac{N_2'}{E_2 F_2} + \frac{M_2' y_2'}{E_2 I_2} \right], \quad (4)$$

где  $N_2'$  и  $M_2'$ —усилия, приложенные к сборному элементу.

Так как уравнения равновесия (1) и система обозначений  $W_i(t)$  целиком совпадают с аналогичными выражениями, записанными для мето-



дики расчета, основанной на предпосылках теории старения, то решение этих двух систем относительно искомым неизвестных  $N_i(t)$  и  $M_i(t)$  будет иметь аналогичный вид [1].

Для составления начальной таблицы пользуемся первыми двумя членами формулы Тейлора

$$W_i(1h) = W_i(\tau_1) + h \cdot W'_i(\tau_1). \quad (5)$$

В дальнейшем, для определения неизвестных на всех остальных ступенях, используем следующие квадратурные формулы незамкнутого типа:

при каждом  $t = 2ph$

$$\int_{\tau_1}^t f(x) dx = 2h [f(h) + f(3h) + \dots + f[(2p-1) \cdot h]], \quad (6)$$

а при каждом  $t = (2p+1) \cdot h$

$$\int_{\tau_1}^t f(x) dx = 2h [f(h) + \dots + f[(2p-3) \cdot h]] + \frac{3}{2} h [f[(2p-1) \cdot h] + f(2ph)]. \quad (7)$$

Для подтверждения пригодности данного вычислительного метода при решении задач по предпосылкам теории упруго-ползучего тела вручную был решен пример с определением неизвестных на четырех ступенях. Данные для примера следующие:

- $F_1 = F_2 = 2000 \text{ см}^2, \quad F_3 = F_5 = 10 \text{ см}^2; \quad F_4 = 0;$
- $y_1 = 10 \text{ см}; \quad y'_2 = 50 \text{ см}; \quad y_3 = 5 \text{ см}; \quad e_1 = 60 \text{ см}; \quad e_3 = 65 \text{ см}$
- $e_4 = 0; \quad e_5 = 45 \text{ см};$
- $N = 0; \quad M = 25 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{см}.$
- $N_{ph} = 0; \quad \alpha_1 = 0; \quad \alpha_2 = 0; \quad E_1 = E_2 = 4 \cdot 10^5 \text{ кг/см}.$
- $E_3 = E_5 = 2 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2, \quad E_4 = 0; \quad \beta_1 = \beta_2 = 0,05;$
- $C_1 = 1 \cdot 10^{-5}; \quad \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = 0;$
- $C_2 = 0,7 \cdot 10^{-5};$
- $A_{01} = A_{02} = 5 \cdot 10^{-5}.$

Последовательность изменения усилий во времени

$h_i$	$N_1(t)$	$N_2(t)$	$N_3(t)$	$N_5(t)$	$M_1(t)$	$M_2(t)$
0	268620	-260025	7817	-16413	293693	7342302
1	266195	-257026	8639	-17810	286345	7378884
2	264083	-254357	9366	-19062	279819	7411441
3	262265	-252000	10002	-2015	274098	7440071
4	260742	-249948	10551	-21157	268447	7464990

Сопоставление результатов расчета, полученных по двум разным теориям, показало полное совпадение на первой ступени. Это совпадение является совершенно закономерным, так как для определения неизвестных используются лишь их нулевые значения и тем самым существование двух переменных  $t$  и  $\tau$  не может проявиться.

На второй, третьей и четвертой ступенях показатели стали расхо-  
дятся, что является результатом проявления характерных особенностей  
двух разных теории ползучести.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт строительной механики  
и сейсмостойкости

(Поступило 19.2.1970)

საშენიანო მექანიკა

ბ. შავლენიშვილი, ა. დოლიძე

ძალვათა ცვალებადობის განსაზღვრა ანაკრებ-მონოლითური  
რკინაბეტონის კონსტრუქციებში დრეკად-მცოცავი ტანის თეორიით

რეზიუმე

მოცემულია ანაკრებ-მონოლითური წინასწარდაძაბული რკინაბეტონის  
კონსტრუქციების განაგარიშების მეთოდისა წრფივი ხანგრძლივი პროცესების  
გათვალისწინებით დრეკად-მცოცავი ტანის თეორიით. მოცემულია კონკრე-  
ტული მაგალითი, რომლისთვისაც ხელით გამოთვლილია უცნობთა ცვალებ-  
ადობის მნიშვნელობები პირველ ოთხ ბიჯზე.

STRUCTURAL MECHANICS

G. D. PAVLENISHVILI, A. D. DOLIDZE

DETERMINATION OF THE VARIATION OF FORCES IN  
REINFORCED CONCRETE CONSTRUCTIONS ACCORDING TO  
THE THEORY OF ELASTICALLY-CREEPING BODY

Summary

A method is presented for designing prestressed reinforced concrete  
constructions by the theory of elastically-creeping body, with account of  
linear continuous processes. An example is given for which the values of  
the variation of the unknowns for the first four steps are computed  
by the hand method.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Д. Долидзе. Сообщения АН ГССР, 47, № 3, 1967.
2. А. Д. Долидзе. Сообщения АН ГССР, 51, № 1, 1968.
3. К. В. Кизирия. Строительная механика и расчет сооружений, № 4, 1964.



СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Р. Н. ЛОРДКИПАНИДZE

СООБРАЖЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНО ВЫБОРА КОНСТРУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ГОРНЫХ ГОСТИНИЦ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 19.2.1970)

Горная гостиница занимает совершенно особое место в гостиничном строительстве. Проектируя горную гостиницу, мы должны стремиться к тому, чтобы по своей композиции здание действительно соответствовало тем особым условиям, которые присущи горной среде. Конструктивная система — один из главных компонентов композиции, создающий специфический облик горной гостиницы, ее характер, пространственную структуру здания.

Конструктивная система должна способствовать созданию объемов, подходящих для разумной эксплуатации, и объединять функционально разные узлы гостиницы.

В строительстве горных отелей до настоящего времени недостаточно пользуются сборными конструкциями, так как в горных условиях, часто при отсутствии нормальных дорог, осложнена доставка крупных готовых элементов. Поэтому целесообразно использовать природный камень, дерево, кирпич, монолитный бетон и железобетон.

При выборе строительного материала и конструкций должны быть приняты во внимание также местные климатические условия, строительные и теплотехнические свойства материалов и конструкций, их долговечность, вопросы экономики. В целях индустриализации строительства в ряде случаев целесообразно применение, наряду со штучным материалом и монолитным железобетоном, сборного и сборно-монолитного железобетона, в особенности из местных заполнителей. Например, при строительстве гостиниц в Боржомском ущелье экономически целесообразно использовать богатейшие природные залежи легких заполнителей Ахалкалакского месторождения, вулканических шлаков и туфов, которые находятся на расстоянии 30—50 км от Бакуриани и Боржоми, хорошо разрабатываются и легко перевозятся автотранспортом.

Использование местных строительных материалов имеет также преимущество в отношении возможности выбора соответствующей конструктивной системы задания, которая должна соответствовать функции отеля в полной мере. Правильно подобранная, она содействует достижению единства здания с окружающей средой, способствует созданию формы, соответствующей горному рельефу.

Самой распространенной конструктивной системой зданий в настоящее время является каркас, который позволяет создать множество ва-

риантов в планировке. Заполнение каркаса в этом случае не выполняет несущей функции, что позволяет толщину стен сократить до минимума, исходя лишь из теплотехнических и звукоизоляционных качеств материала. Кроме того, когда наружные стены не являются несущими, фасад возможно решать с большей свободой.

При каркасном решении конструкции здания можно применить известные ее разновидности, а именно: сборную, монолитную и сборно-монолитную. Конструктивная схема должна позволить эксплуатировать помещения по-разному: они должны быть приспособлены для разных вариантов расположения мебели. Конструктивная система не должна мешать свободной планировке помещений, не должна загромаждать объемы. Например, в общественных помещениях и залах общественного питания, нежелательны колонны, которые мешают восприятию единого пространства. Другие же помещения, такие как кафе или гостиный холл, требуют уюта. Здесь конструкцией желательно разделить площадь на отдельные уголки.

Разные по функции узлы могут быть разной высоты. Например, высота кухонного блока должна соответствовать техническому оборудованию, т. е. минимальная высота должна быть 4 метра, в то время как высота жилой части — 2,70—2,80 м. Высоту общественных помещений можно сократить в том случае, если площадь разделена конструкцией на несколько частей и теряется восприятие единого пространства. Однако нельзя понимать это так, что помещения должны быть разной высоты, даже если это и оправдано функцией. Большое разнообразие может отрицательно отразиться на объеме здания. Определяя высоту разных узлов гостиницы, необходимо соблюдать нормы инсоляции и вентиляции.

Что касается оконных проемов, то их размеры зависят как от нормы освещения, так и от композиционного замысла. Несмотря на то, что при современной технике строительства нетрудно создавать большие застекленные площади, нельзя забывать и о психологическом факторе: в горной архитектуре большие проемы нежелательны; следует также учитывать суровый альпийский климат.

Конструкция крыши должна быть намечена, исходя из двух основных условий: во-первых, она должна удовлетворять теплотехническим требованиям и обеспечивать отвод воды и снега; во-вторых, крыша должна быть выполнена из тех материалов, которые наиболее целесообразны в экономическом отношении. Она может быть плоской (без чердачного помещения) и со скатами (с устройством чердачного пространства). Из материалов можно применить железобетон, дерево, металл. Первые два более рациональны. Если в качестве местного материала может быть использован легкий заполнитель для легкожелезобетонных конструкций, то конструкция крыши может быть представлена в виде различных эксплуатируемых и неэксплуатируемых совмещенных плоских крыш, односкатных и двускатных чердачных крыш, отапливаемых плоских крыш. Благодаря малому объемному весу ма-



териала и его малой теплопроводности, такие крыши и экономически и технически целесообразны.

В горных условиях популярны отапливаемые плоские крыши или крыши с большим уклоном, обеспечивающие спад снега и воды. Некоторые специалисты считают в этих условиях целесообразным применение пологих неотапливаемых крыш, на которых снег задерживается в течение всего холодного периода и служит дополнительной термоизоляцией.

Для устранения температурных напряжений устраиваются в перекрытиях температурные швы. В целях противопожарной безопасности преимущественно пользуются железобетонными (огнестойчивыми), реже деревянными конструкциями (в старых зданиях отелей).

Пластическая форма крыши в районах, подверженных воздействию сильных ветров, применяется нередко. Она отводит натиск ветра и является своеобразным компонентом композиций. Обладают определенной выразительностью формы традиционные альпийские крыши, которые уже веками испытаны в эксплуатации в зимний период.

В горном отеле часто применяются плоские перекрытия, которые требуют специальной конструкции для отвода воды.

Конструктивные системы зданий горных гостиниц должны быть в неразрывной связи с природно-климатическими условиями не только с архитектурной точки зрения. Не исключено, что гостиница будет расположена в местности, подверженной воздействию землетрясений, и поэтому этот фактор должен быть учтен при выборе конструктивного решения и строительного материала.

При проектировании зданий гостиниц в сейсмических районах, необходимо стремиться к распределению масс и жесткостей симметрично и равномерно в плане. Не следует допускать изломов стен в плане зданий, особенно при применении недостаточно жестких перекрытий (например деревянных). Здание необходимо делить антисейсмическими швами на замкнутые в плане простые формы, которые при колебаниях должны быть независимы друг от друга. При проектировании фасадов здания также необходимо стремиться к простым формам без уступов, целесообразно высоту здания принимать одинаковой. Внутренние стены, перегородки, также как и наружные, должны быть сквозными на всю ширину или длину здания. Изломы осей этих конструкций в плане недопустимы.

Конструктивная система зданий в зависимости от вида основных несущих конструкций может быть принята следующая: со стенами из каменной (кирпичной) кладки и из крупных блоков, каркасная (рамная), а также каркасная с включением в работу заполнения внутренних и наружных стен (рамно-связевая); крупнопанельная.

Очевидно каркасные здания — самые рациональные, т. к. они могут быть выполнены в сборном, сборно-мономолитном и мономолитном виде. При наличии местных легких заполнителей для бетонов целесообразно каркас возводить легкожелезобетонный, что позволит облегчить вес

здания в целом и тем самым уменьшить сейсмические нагрузки. Весьма целесообразно сочетание несущего каркаса с навесными облегченными стеновыми панелями из синтетических материалов, например, трехслойные с эффективным утеплителем.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 20.2.1970)

სამშენებლო მეცნიება

ბ. ლორთქიფანიძე

მოსაზრებანი მთის სასტუმროების კონსტრუქციული სისტემების  
შერჩევის შესახებ

რეზიუმე

მთის სასტუმროების სხვადასხვა კონსტრუქციული სქემები განხილულია ეკონომიური, ესთეტიკური და ფუნქციონალური თვალსაზრისით. ნაჩვენებია, რომ კარკასული სქემა იძლევა გეგმისა და ფასადის გადაწყვეტის მრავალსახეობას. განხილულია აგრეთვე მთის სასტუმროების სეისმომედეგობის საკითხები.

STRUCTURAL MECHANICS

N. R. LORDKIPANIDZE

CONSIDERATIONS ON THE SELECTION OF DESIGN SYSTEMS FOR  
MOUNTAIN HOTELS

Summary

Various structural systems of mountain hotels are discussed from the economic, aesthetic, and functional points of view. It is shown that frame constructions allow for variety in the design of the plan and facade. Problems of antiseismicity are also considered.

№ ДК 622.8

საბადოთა დამუშავება და გამდიდრება

ბ. ბერიშვილი, ტ. ელიზბარაშვილი

ქანის ზედაპირზე სხვადასხვა მიმართულების დეტონაციის ტალღის დაცემისას წარმოქმნილი დაჰაბულოზის ტალღების საყჩიბი პარამეტრების განსაზღვრა

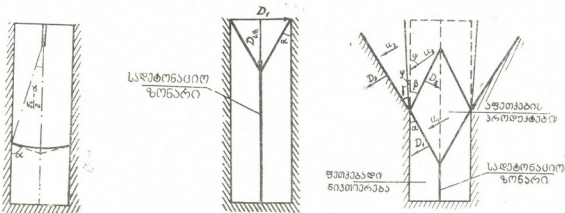
(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ძიძიგურმა 11.2.1970)

დეტონაციის ტალღის ფრონტის მიმართულება და ფორმა დიდად არის დამოკიდებული ინიციერების პირობებზე. ცილინდრული მუხტის ერთ-ერთ ბოლოდან დეტონატორით ინიციერებისას მასში გავრცელდება სფერული ფორმის დეტონაციის ტალღა. ამ ფორმის ტალღის ფრონტის მიერ კამერის ზედაპირთან შექმნილი კუთხის სიდიდე (ნახ. 1) განისაზღვრება ფორმულით

$$\alpha = \pi/2 - \arcsin R/L,$$

სადაც  $R$  ცილინდრული მუხტის რადიუსია;  $L$ —მანძილი ინიციერების ცენტრიდან დეტონაციის ტალღის ფრონტამდე.

ამ ფორმულიდან ჩანს, რომ, როცა  $L > 10R$ , ტოლობის მეორე წევრი მცირედ განსხვავდება ნულისაგან. რადგან  $L$ -ის სიდიდე იცვლება  $R$ -დან დაახლოებით  $100R$ -მდე, ამიტომ  $\alpha$  კუთხის სიდიდე პრაქტიკულად შეიძლება ჩაითვალოს  $\pi/2$ -ის ტოლად.



ნახ. 1. დეტონაციის ტალღის გავრცელების სქემა მუხტის დეტონატორით ინიციერებისას

ნახ. 2. დეტონაციის ტალღის გავრცელების სქემა მუხტის საღებოთა ცენტრით ინიციერებისას

ნახ. 3. ტალღის არეკვლა-გარდატეხის სქემა დეტონაციის ტალღის კამერის კედელზე  $0,5\pi$  კუთხით დაცემისას

სადეტონაციო ზონარით ინიციერების შემთხვევაში, როცა ის მოთავსებულია ცილინდრული მუხტის მთელ სიგრძეზე მისი სიმეტრიის ღერძის გასწვრივ, მუხტში ვრცელდება კონუსური ფორმის დეტონაციის ტალღა. ამ ფორმის დეტონაციის ტალღის ფრონტის კამერის ზედაპირზე დაცემის კუთხე განისაზღვრება ფორმულით (ნახ. 2)

$$\alpha = \arcsin \frac{D_1}{D_2}.$$

სადაც  $D_1$  საინციტრებელი ფეთქებადი ნივთიერების დეტონაციის სიჩქარეა;  $D_2$  ს. ზ. —სადეტონაციო ზონარის დეტონაციის სიჩქარე.

განვიხილოთ დეტონაციის ტალღის დაცემის კუთხის ზოგადი შემთხვევა (ნახ. 3), როცა  $0 \leq \alpha < \pi/2$ , ისე, რომ ადგილი ჰქონდეს ტალღის რეგულარულ არეკლვა-გარდატეხას.

თუ ტალღის ფრონტზე სიმკვრივეს აღვნიშნავთ  $\rho$ -თი, წნევას— $P$ -თი, მასიურ სიჩქარეს— $U$ -თი, ტალღის გავრცელების სიჩქარეს— $D$ -თი, ხოლო დეტონაციის, არეკლილი და გარდატეხილი ტალღის ამეფე პარამეტრებს შესაბამისად 1, 2, 3 ინდექსებით, მაშინ არეკლილი ტალღის ფრონტზე ძირითად განტოლებებს ექნებათ შემდეგი სახე:

$$\begin{aligned} \rho_1 [D_2 + u_1 \cos(\alpha + \beta)] &= \rho_2 [D_2 + u_2 \sin(\psi - \beta)], \\ \rho_1 [D_2 + u_1 \cos(\alpha + \beta)] [u_1 \cos(\alpha + \beta) - u_2 \sin(\psi - \beta)] &= P_2 - P_1, \\ \frac{\rho_1}{\rho_2} &= \frac{(k+1)P_1 + (k-1)P_2}{(k+1)P_2 + (k-1)P_1} \end{aligned}$$

სადაც  $k$  აფეთქების პროდუქტების გაფართოების პოლიტროპის მაჩვენებელია;  $\beta$ —არეკლის კუთხე;  $\psi$ —კუთხე მასიურ სიჩქარესა და კამერის ზედაპირს შორის. არეკლილი დარტყმითი ტალღის ფრონტის წინ და უკან მასიური სიჩქარის ტანგენციალური მდგენელები ტოლია:

$$u_2 \cos(\psi - \beta) = u_1 \sin(\alpha + \beta).$$

გარდატეხილი ტალღის ფრონტზე მასისა და მოძრაობის მუდმივობების კანონები აღიწერება განტოლებებით

$$\rho_2 D_3 = \rho_3 (D_3 - u_3), \quad \rho_2 D_3 u_3 = P_3, \quad (1)$$

სადაც  $\rho_2$  ქანის სიმკვრივეა.

რეგულარული არეკლვა-გარდატეხის შემთხვევაში საჭიროა შესრულდეს პირობები

$$D_2 \sin \alpha = D_1 \sin \beta \quad \text{და} \quad D_1 \sin \gamma = D_3 \sin \alpha,$$

სადაც  $\gamma$  გარდატეხის კუთხეა.

არეკლილი და გარდატეხილი ტალღის ფრონტზე სასაზღვრო პირობები გამოისახება ტოლობებით

$$P_2 = P_3, \quad u_2 \sin(\psi + \varphi) = u_3 \cos(\gamma - \varphi),$$

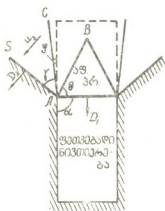
სადაც  $\varphi$  კამერის ზედაპირის გაფართოების კუთხეა. ქანის კუმშვადობის კანონისათვის ადგილი აქვს ტოლობას [1]

$$P_3 = \frac{\rho_2 c_2^2}{4} [(p_3/p_2)^4 - 1], \quad (2)$$

სადაც  $c_2$  ქანში ბერის გავრცელების სიჩქარეა.

რადგან ტალღის რეგულარული არეკლვა-გარდატეხის დროს  $\varphi$  კუთხე  $\pi/180$ -ს არ აღემატება, ამიტომ მისი მნიშვნელობა, მცირე შეცდომის დაშვებით, შეიძლება უგულებელვყოთ. ამ დაშვების შემდეგ მივიღებთ II განტოლებას II უცნობით, საიდანაც განისაზღვრება ტალღების საძიებელი პარამეტრები.

იმ შემთხვევაში, როცა დეტონაციის ტალღა კამერის ზედაპირის მართობია, ქანში წავა გარდატეხილი  $AS$  დარტყმითი ტალღა (ნახ. 4), ხოლო აფეთქების პროდუქტებში— $AB$  გაიშვითების ტალღა.



ნახ. 4. ტალღის არეკლვა-გარდატეხის სქემა დეტონაციის ტალღის კამერის კედელზე ნებისმიერი კუთხით დაცემისას

ამ შემთხვევისათვის თუ გამოვიყენებთ აფეთქების პროდუქტების მოძრაობის ჯონსის სურათს [2], მაშინ აფეთქების პროდუქტების დენადობის ხაზების გასწვრივ წნევა  $P_{\alpha, \beta}$  და ამ ხაზების გაფართოების  $\Theta$  კუთხე გამოისახება განტოლებებით

$$\frac{P_{\alpha, \beta}}{P_1} = \left[ \cos \left( \sqrt{\frac{k-1}{k+1}} \Theta \right) \right] \frac{2k}{k-1},$$

$$\operatorname{tg}(\Theta - \varphi) = \sqrt{\frac{k+1}{k-1}} \operatorname{tg} \left( \sqrt{\frac{k-1}{k+1}} \Theta \right).$$

აფეთქების პროდუქტებსა და გარემოს საზღვარზე სიჩქარის ნორმალური კომპონენტების ტოლობიდან ვღებულობთ [2]

$$D_1 \sin \varphi = u_3 \cos(\gamma - \varphi);$$

ამავე საზღვარზე ადგილი აქვს აგრეთვე წნევათა ტოლობას

$$P_{\alpha, \beta} = P_3.$$

ამ შემთხვევაშიც სამართლიანია (1) და (2) განტოლებები; ხოლო გარდატეხილი ტალღის სიჩქარის განსაზღვრისათვის ვისარგებლოთ ფორმულით

$$D_3 = D_1 \operatorname{tg} \gamma.$$

ამ განტოლებებით განისაზღვრება ტალღების საძიებელი პარამეტრები.

კამერის ზედაპირზე დეტონაციის ტალღის ფრონტის სხვადასხვა კუთხით დაცემისას წარმოქმნილი დაძაბულობის ტალღების საწყისი პარამეტრები

$\alpha$ , $\pi$ რად	$\rho_{\alpha}$ , კგ/მ <sup>3</sup>	$D_{\alpha}$ , მ/წმ	$u_{\alpha}$ , მ/წმ	$\beta$ , $\pi$ რად	$\Theta$ , $\pi$ რად	$P_{\alpha} = P_{\beta}$ , $\sigma/\sigma^2 \cdot 10^{-3}$
0	1717,2	2570	474,5	0	—	71575,7
0,0556	1712,8	2602	522,0	0,0361	—	70798,8
0,1111	1702,2	2697	647,7	0,0741	—	69436,0
0,1653	1673,4	2823	796,5	0,1139	—	65816,6
0,5	—	—	—	—	0,2018	32177,7

გაგრძელება

$\varphi$ , $\pi$ რად	$\psi$ , $\pi$ რად	$\rho_{\alpha}$ , კგ/მ <sup>3</sup>	$D_{\alpha}$ , მ/წმ	$u_{\alpha}$ , მ/წმ	$\gamma$ , $\pi$ რად
0	0,5	2831,0	5802,5	474,5	0
0	0,3545	2829,2	5788,3	470,5	0,0806
0	0,2518	2825,3	5783,0	462,0	0,1648
0	0,1982	2814,7	5752,0	440,1	0,2528
0,012	—	2711,5	5476,9	225,9	0,2990

ცხრილში მოცემულია გარდატეხილი და არეკლილი დარტყმითი ტალღების საწყისი პარამეტრები ქანის ზედაპირზე დეტონაციის ტალღის ფრონტის სხვადასხვა კუთხით დაცემისას, ამონიტ № 6 ЖВ-ს ( $\rho = 1100$  კგ/მ<sup>3</sup>,  $D_1 = 4000$  მ/წმ,  $k = 3$ ), გრანიტის ( $\rho_{\beta} = 2600$  კგ/მ<sup>3</sup>,  $c_{\beta} = 5200$  მ/წმ) და  $D_{\beta, \text{ფ.}} = 7000$  მ/წმ-ის შემთხვევაში.

ზემოთ მოყვანილი გამოთვლებიდან გამომდინარეობს, რომ ქანში გადასული დაძაბულობის ტალღის საწყისი პარამეტრები და მასთან ერთად აფეთქების ენერგია იზრდება ქანის ზედაპირზე ტალღის დაცემის კუთხის შემცირებით. თუ დეტონატორით ინიცირებას (დაცემის კუთხეს  $0,5\pi$ ) შევადარებთ სადეტონაციო ზონარით ინიცირებას (დაცემის კუთხე  $0,1653\pi$ ) მივღებთ, რომ ქანში გადასუ-

ლი დაძაბულობის ტალღის წნევა სადეტონაციო ზონარით ინიცირების შემთხვევაში დაახლოებით ორჯერ მეტია, ვიდრე დეტონატორით ინიცირებისას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 სამთო მექანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიღა 13.2.1970)

#### РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

Г. А. БЕРИШВИЛИ, Т. Ш. ЭЛИЗБАРАШВИЛИ

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЧАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОЛН НАПРЯЖЕНИЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ПАДЕНИИ НА ПОВЕРХНОСТЬ ПОРОДЫ ДЕТОНАЦИОННОЙ ВОЛНЫ РАЗЛИЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ

Резюме

На основании известных законов динамики и законов отражения и преломления волн теоретически определены начальные параметры волн напряжений, возникающих при падении детонационной волны под различным углом к поверхности породы. Из полученных расчетов вытекает, что энергия взрыва, перешедшая в породу, возрастает с уменьшением угла падения детонационной волны на поверхность породы.

#### EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

G. A. BERISHVILI, T. Sh. ELIZBARASHVILI

### DETERMINATION OF THE INITIAL PARAMETERS OF THE STRESS WAVES ORIGINATING DURING VARIOUS-DIRECTION DETONATION WAVE FALL ON TO THE ROCK SURFACE

Summary

On the grounds of the well-known laws of dynamics and those of wave reflection and refraction the initial parameters of the stress waves originating during the detonation wave fall on to the rock surface under various angles have been theoretically determined. From the calculations obtained it follows that the explosion energy, passing into the rock, increases with the decrease of the angle of the detonation wave fall on to the rock surface.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. А. Баум и Г. А. Бержец. Сб. «Взрывное дело», № 49/6. М., 1962.
2. А. К. Парфенов, А. Я. Апин. Сб. «Взрывное дело», № 52/9. М., 1963.





МЕТАЛЛУРГИЯ

А. А. ГИГИНЕИШВИЛИ, Г. Н. ЗВИАДАДЗЕ, Е. М. НАДИРАДЗЕ,  
 Л. И. ЗАУТАШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБОГАЩЕНИЯ РТУТНОЙ РУДЫ  
 И ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАТОВ КИОВАРИ В ВАКУУМЕ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 22.1.1970)

В настоящее время для получения ртути применяется окислительный обжиг сульфидных руд. Технология окислительного обжига характеризуется существенными недостатками. Во-первых, с непрерывным вовлечением в сферу производства бедных руд, их обжиг связан с бесполезным расходом тепловой энергии на нагрев пустой породы. Во-вторых, получение в большом количестве технологических газов с малым парциальным давлением паров ртути осложняет их конденсацию. Отходящие газы требуют химической очистки, что является технологически сложным процессом.

Паро-газовый продукт окислительного обжига сульфидной руды многокомпонентен, содержит большое количество уносимых из печи твердых частиц, и благодаря этому, а также развитию вторичных взаимодействий ртуть получается в виде ступпы. При извлечении металл полностью выделяется из ступпы и поэтому ступпа возвращается на повторный обжиг.

Нами было предпринято исследование по изысканию другого метода переработки этих руд. Разрабатываемый нами метод основан на вакуумтермическом восстановлении киовари железом по реакции [1]



Метод позволяет серу оставлять в огарке, а конденсацию паров ртути осуществлять в условиях, исключающих образование ступпы.

Конструкция вакуумтермической аппаратуры для такого метода получения ртути и его технология упрощаются при использовании концентратов киовари.

Нами было исследовано обогащение руд Ахейского месторождения методом концентрации на столах. Обогащению подвергалась проба, додробленная до 3 мм без предварительной классификации.

Таблица 1

Продукты	Выход, %	Содержание ртути, %	Извлечение ртути, %
Концентрат	1,35	16,8	63,3
Пром. продукт	43,4	0,25	30,1
Хвосты	55,25	0,043	6,6
Руда	100,0	0,36	100,0

Как видно из табл. 1, полученный флотационный концентрат содержит 16,8% ртути при извлечении 63,3%. Потери металла в хвостах составляют 6,6%.

Учитывая преимущества флотационного метода обогащения сульфидных руд, нами было проведено обогащение руды Ахенского месторождения этим методом. При этом был использован процесс, рекомендованный в работе [2].

На опытно-обогажительной фабрике Маднеульского горно-обогажительного комбината было осуществлено флотационное обогащение 4 т руды Ахейского месторождения.

Содержание ртути в исходной руде равнялось 0,2%. В качестве флотационного реагента было использовано ОП-10. Указанное вещество при флотации киновари проявляет как коллектирующее, так и вспенивающее действие. Результаты флотации приведены в табл. 2.

Таблица 2

Продукты	Выход, %	Содержание ртути, %	Извлечение ртути, %
Концентрат	1,47	13,10	96,25
Хвосты	98,53	0,07	3,75
Руда	100,0	0,2	100,0

Углубленные испытания по железотермическому восстановлению ртути проводились на выбривавакуумной установке лаборатории вакуумных процессов Института обогащения и металлургии АН Каз. ССР. Производительность установки 18—20 г/мин. Остаточное давление составляло от 1 до 10 мм рт. ст. Опыты проводились при температуре 600°. Было переработано 17,3 кг концентрата с содержанием ртути 13,1%.

Принимая во внимание отсутствие опыта восстановления ртутьсодержащих руд и концентратов, на указанной установке нами первоначально был проведен эксперимент с использованием смеси концентрата и железа практически семикратным избытком восстановителя по сравнению с ее оптимальным содержанием, установленным в результате лабораторных исследований [1].

Во втором эксперименте была использована смесь с содержанием железа, обеспечивающем молярное соотношение  $Fe:HgS=3$ , близкое к значению, рекомендованным лабораторным опытом — 2,5.

Таблица 3

№ опыта	Исходная смесь			Огарок	
	Количество концентрата в смеси	Содержание ртути в концентрате, %	Количество железа в смеси, кг	Содержание ртути в огарке, %	Количество огарок, кг
1	13,65	13,1	2,583	0,613	11,5
2	3,7	13,1	0,331	0,6	2,8



Результаты укрупненных опытов железотермического восстановления ртуты из концентратов приведены в табл. 3.

Извлечение ртуты при первом опыте составило 96,11%, а во втором — 96,53%.

Результаты проведенных опытов показывают, что железотермическим восстановлением киновари достигается высокое извлечение ртуты из концентрата при использовании шихты с молярным соотношением реагентов, практически равным величине рекомендованной в лабораторных исследованиях — 2,5.

Анализы полученной ртуты показали, что железотермический вакуумный метод может обеспечить производство ртуты марки Р-ОД.

В технико-экономических расчетах по установлению показателей извлечения ртуты из концентратов, полученных флотационным обогащением ртутных руд Ахейского месторождения и их металлургического передела, использован опыт работы отечественных ртутных заводов и последние данные научно-исследовательских институтов по металлургии ртуты.

По данным табл. 3 и 4 выполнены расчеты материалов, необходимых для осуществления вакуумтермического восстановления. Расход электроэнергии взят из опытов работы укрупненных лабораторных исследований вакуумирования концентратов.

Стоимость концентрата — 1895 руб/т рассчитана по данным опытно-обогащительной фабрики Маднеульского горно-обогащительного комбината и соответствующих проектных материалов.

Таблица 4

№	Наименование	Единица изменения	Показатели
1	Содержание ртуты в исходной руде	%	0,20
2	Выход концентрата	%	1,47
3	Извлечение ртуты из руды в концентрате	%	96,24
4	Извлечение ртуты из концентрата	%	96,53
5	Сквозное извлечение ртуты	%	92,90
6	Содержание ртуты в концентрате	%	13,10
7	Стоимость 1т руды (включая погашение горно-геологических работ)	руб-коп.	22—64
8	Стоимость переработки 1т руды	"	3—10
9	Стоимость переработки 1т концентрата	"	9—94
10	Общезаводские расходы на переработку 1т руды	"	2—13
11	Общезаводские расходы на переработку 1т концентрата	"	7—68
12	Себестоимость 1т ртуты (Р-ОД)	"	15137
13	Оптовая цена 1т ртуты (П-ОД)	"	21800
14	Прибыль на 1т ртуты	"	6663
15	Эффективность на 1т ртуты вакуумтермического способа переработки концентратов по сравнению с пирометаллургическим при применении окислительного обжига руды	"	3779
16	Эффективность на 1т ртуты вакуумтермического способа переработки концентрата по сравнению с пирометаллургическим при применении окислительного обжига концентрата	"	3615
17	Затраты на 1 руб. товарной продукции	"	0,69

Ориентировочные технико-экономические показатели переработки методом флотация — вакуумтермическое восстановление концентрата ртутных руд приведены в табл. 4.

Себестоимость ртути из руд Кубанских месторождений по проектному заданию составляет 15834 руб. при переработке из руд, 15 665 руб. при переработке этих руд на новом Никитовском заводе в муфельных печах и 15 755 руб. при переработке концентратов из этих же руд.

Для уточнения технических показателей обогащения и металлургической переработки ртутных руд Ахейского месторождения необходимо провести исследования на вакуумтермической экспериментально-производственной установке.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт металлургии

(Поступило 23.1.1970)

მეტალურგია

ა. გიგინეიშვილი, გ. ზვიადაძე, ე. ნადირაძე, ლ. ჯაუთაშვილი  
 მერცხლისწყლის მადნის გამდიდრების პროცესების გამოკვლევა  
 და სინბარის კონცენტრატების აღდგენა ვაკუუმში

რეზიუმე

დამუშავებულია სინბარის შემცველი მადნისაგან ვერცხლისწყლის მიღების ახალი მეთოდი, რომლის მიხედვითაც მადნის ფლოტაციური გამდიდრება რეაგენტ OP-10-ის გამოყენებით, ხოლო მიღებული კონცენტრატისაგან (13,1% Hg) ვერცხლისწყლის გამოყოფა ვაკუუმში რკინით აღდგენით ხორციელდება. მეთოდის ტექნიკურ-ეკონომიურმა ანალიზმა გვიჩვენა აღნიშნული გზით ვერცხლისწყლის მიღების ეფექტურობა.

METALLURGY

A. A. GIGINEISHVILI, G. N. ZVIADADZE, E. M. NADIRADZE,  
 L. I. ZAUTASHVILI

## INVESTIGATION OF THE PROCESSES OF MERCURY ORE ENRICHMENT AND REDUCTION OF CINNABAR CONCENTRATES IN VACUUM

Summary

A new method has been evolved for obtaining mercury from cinnabar ore. It involves flotation enrichment of the ore by the use of the reagent OP-10 and reduction of mercury from the obtained concentrate (13.1% Hg) by iron in vacuum. Technical-economic analysis has shown the efficiency of the method.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Н. Звиададзе, А. А. Гигинеишвили. Тезисы докладов Всесоюзной конференции по теории вакуумных процессов и их применению в производстве цветных и редких металлов. Чимкент, 1969.
2. И. А. Хухунаишвили, Т. А. Мхендзе, М. А. Суладзе. Труды ГПИ им. С. М. Кирова, № 2 (59), 1958.

Р. Н. ГОГИТИШВИЛИ

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА НАПРАВЛЯЮЩИХ ПРОДОЛЬНО-СТРОГАЛЬНЫХ СТАНКОВ В УСЛОВИЯХ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. С. Тавхелидзе 29.1.1970)

Точность работы продольно-строгальных станков в значительной степени определяется точностью направляющих главного движения, ибо неточности сопряжений пары трения «станина—стол» непосредственно копируются на обрабатываемой поверхности. Точность же направляющих снижается вследствие их непрерывного интенсивного износа. Следовательно, важнейшие эксплуатационные показатели станков этой группы — точность обработки и долговечность работы — зависят прежде всего от точности и срока службы направляющих главного движения. Между тем вопросы износа направляющих станков строгальной группы вообще и в частности крупных и тяжелых станков, до настоящего времени изучены недостаточно.

Для наиболее правильного представления о влиянии различных эксплуатационных факторов на интенсивность и характер износа направляющих станков исследования следует проводить в реальных производственных условиях. Именно такого рода исследования были выполнены нами на Тбилисском станкостроительном заводе им. С. М. Кирова. Объектами исследования были выбраны крупные и тяжелые продольно-строгальные станки с чугунными направляющими ( $HВ=190\div 215$ ), работающими в паре с чугуном. Краткая характеристика станков дана в таблице.

При изучении износа деталей станков в условиях их эксплуатации особенно важен выбор способа выражения величины износа в зависимости от назначения (степени специализации) станка.

Крупные и тяжелые продольно-строгальные станки обычно служат для обработки самых различных корпусных деталей и считаются универсальными станками. Для этих станков износ направляющих целесообразно выражать [1] через так называемую среднюю скорость изнашивания:

$$\gamma = \frac{U}{T} \text{ мм/мес. (или мм/год),}$$

где  $U$ —величина линейного износа в данной точке в мм,  $T$ —время работы станка за рассматриваемый период в месяцах (или годах) с учетом сменности работы.

Определение местного линейного износа направляющих производилось методом вырезанных лунск, сущность которого заключается в том, что вращающимся алмазным резцом на исследуемой поверхности



в заранее выбранных точках вырезаются лунки, по уменьшению глубины которых в процессе эксплуатации станка судят о величине местного линейного износа в данной точке. Для вырезания и измерения лунок нами был изготовлен специальный прибор — износомер И-25. Подробное описание прибора (а также методики проведения исследования) дано в работе [2].

Таблица

№	Завод-изготовитель или фирма	Модель	Рабочая поверхность стола (длина х ширина, мм)	Профиль направляющих	Вес станка, кг
1	Уквард (США)	„16“	6200x2000	плоский	37200
2	Бутлер (Англия)	№ 6	4250x1250	V-образ.	30500
3	Найлс (США)	—	5520x1220	V-образ.	29000
4	Либерти (США)	—	4850x1200	комбиниров.	33200
5	„Тяжстанкогидропресс“ им. Ефремова, г. Новосибирск	724	4000x1500	V-образ.	32000
6	„	7A278	8000x2500	комбиниров.	117130
7	Чехословакия	НД-16	6000x1400	V-образ.	31500
8	Им. Октябрьской революции, г. Минск	7231А	3000x900	V-образ.	22000
9	„	7242Б	4000x1250	комбиниров.	33500
10	„	7212	4000x1120	„	35000
11	„	„	„	„	„
12	„	„	„	„	„

Учитывая большую протяженность направляющих станин исследуемых станков, лунки были вырезаны через каждые 1000 мм по всей длине направляющих и в трех заранее выбранных точках по ширине каждой грани. Наименьшее и наибольшее количество лунок составляло 112 (станок мод. 7231А) и 153 (станок мод. 7A278). Глубина лунок менялась в пределах 50—110 мкм, длина — соответственно 1,7—2,5 мм. Длина каждой лунки измерялась три раза и вычислялось ее среднее арифметическое значение. Износ направляющих станин замерялся через каждые 4—5 месяцев двухсменной работы исследуемых станков.

При исследовании велись протоколы измерений, в которые заносились данные по станку и условиям его работы и результаты измерения нанесенных лунок.

В результате обработки большого количества опытного материала установлено, что максимальная скорость изнашивания при двухсменной работе исследуемых станков равна  $\gamma_{\max} = 0,045—0,185$  мм/год. Меньшие значения относятся к станкам, используемым для чистовой обработки преимущественно стальных деталей (сталь 90%, чугун 10%), а большие — к станкам для обдирки в основном чугунных деталей (чугун 85% сталь 15%). Установлено также, что износ неравномерен по длине направляющих. В частности, наибольшие значения износа обнаружены в средней части направляющих на участках с длиной, равной примерно  $3/4$  длины стола станка. Крайние же участки направляющих длиной 350—500 мм и более от торца станины характеризуются наименьшими значениями износа. Такой характер распределения износа



прежде всего объясняется нерациональным использованием технологических возможностей станка (преимущественная обработка деталей малых размеров на станке, предназначенном для больших деталей).

Оказалось, что распределение износа в поперечном направлении также носит неравномерный характер. Причем, такая закономерность наиболее четко выражена для плоских направляющих.

Неравномерное распределение износа по поверхности направляющих, в первую очередь следует объяснить характером и условием контактирования поверхностей трения. В силу шероховатости и волнистости поверхностей контакт происходит на отдельных малых участках (площадках), совокупность которых составляет фактическую площадь контакта. В связи с этим происходит неравномерное распределение удельных давлений поверхности трения и, как следствие, неравномерное истирание (износ) материала [3].

С другой стороны, дискретный характер контактирования трущихся поверхностей приводит к неравномерному протеканию пластических деформаций (и, следовательно, процесса изнашивания) в активных микрообъемах поверхностных слоев, непосредственно участвующих в процессе трения и износа. В частности, в условиях возвратно-поступательного движения, характерного для направляющих продольно-строгальных станков, на отдельных участках (пятнах) фактического контакта, в результате многократно повторяющихся воздействий нормальных и тангенциальных усилий, сопротивляемость перлитовой основы чугуна пластическим деформациям постепенно понижается, и перлит на этих участках деформируется. Вследствие этого именно на этих участках происходит наибольшее истирание (износ) материала. На участках же фактического контакта, которые характеризуются сравнительно меньшей вероятностью повторяющихся воздействий сил трения, деформация перлита, а следовательно, и последующее истирание материала незначительны.

Нами установлено, что износ V-образных направляющих примерно в 1,25—1,35 раза больше износа плоских направляющих, что, очевидно, можно объяснить некоторыми особенностями условий работы V-образных направляющих (направляющие V-образного профиля в определенной степени уступают плоским в отношении возможности повреждения абразивом или стружкой. Следует предположить, что здесь, по-видимому, проявляется также отрицательное влияние несколько повышенных удельных давлений, действующих на гранях V-образных направляющих вследствие технологических затруднений в обеспечении высокой точности их обработки и особенно пригонки с сопряженной деталью.

Исследования позволили также установить, что изнашивание направляющих указанных станков является результатом одновременного протекания двух взаимосвязанных процессов — абразивного изнашивания и контактного схватывания (заедания). Значительный темп абразивного изнашивания направляющих продольно-строгальных станков объясняется неблагоприятными условиями их эксплуатации, ибо нап-

Т. Г. ЛЕКИШВИЛИ

## К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ КОЛЕБАНИИ НАПРЯЖЕНИЯ НА АСИНХРОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ

(Представлено академиком П. Г. Шенгелия 4.2.1970)

Развитие энергетических систем характеризуется увеличением протяженности сетей, изменением состава нагрузок, возрастанием количества и мощности потребителей различного характера и усугублением их взаимного влияния. В частности наблюдается непрерывный рост быстроизменяющихся нагрузок, создаваемых электродуговыми сталеплавильными печами, прокатными станами, сварочными машинами и другими потребителями, предъявляющими повышенные требования к жесткости электрических сетей общего назначения. Так, например, если мощность такого потребителя превышает 1-2 % от мощности короткого замыкания сети в точке присоединения, изменение нагрузки вызывает колебания напряжения, нарушающие нормальную работу других приемников.

Устранение колебаний напряжения является трудной технической задачей. Для каждого случая приходится выбирать компромиссное решение и даже лучшее из них часто оказывается весьма дорогим [1]. Поэтому установление обоснованных допустимых пределов колебаний напряжения имеет важное значение с целью оправдания дополнительных расходов на устройство электрических сетей.

Достаточно полно изучены вопросы влияния колебаний напряжения на осветительные установки, что и нашло отражение в ГОСТ 13109-67 на качество электрической энергии [2-3]. Допустимые значения колебаний напряжения в этом стандарте нормированы в основном по условиям работы осветительных ламп, а для остальных приемников они не нормируются. При этом рассматриваются колебания напряжения по амплитуде и не учитываются колебания фазы.

Однако колебание напряжения влияет почти на все виды потребителей хотя степень воздействия различна: для одних потребителей колебания напряжения вызывают заметные отрицательные последствия, а для других они могут оказаться неощутимыми.

При этом некоторые приемники чувствительны к колебаниям не только амплитуды, но и фазы питающего напряжения, например синхронные двигатели. В [4] отмечается, что при колебаниях напряжения по фазе, потребляемый ток и мощность синхронного двигателя мощностью 1500 квт колеблются более чем на 20%, несмотря на постоянство момента на валу и на то, что питающее напряжение изменяется лишь в пределах 1 % от номинального значения.



Большую часть электроэнергии, вырабатываемой в энергосистеме, потребляют ас. двигатели. Так как питание ас. двигателей нестабильным напряжением может привести к изменению их режима, необходимо тщательное изучение этого вопроса.

Рассмотрим физическую картину явлений, происходящих в ас. двигателях, питаемых от шин с колеблющимся напряжением. Асинхронные двигатели обладают инерционными, упругими и демпфирующими свойствами [5].

При изменении скорости вращения ас. двигателя вследствие, например колебания напряжения или нагрузочного момента, появляется динамический момент вращения  $M_J$ , который определяется инерционными свойствами вращающихся частей машины, а также ее относительным движением и выражается следующим образом:

$$M_J = J \frac{d\omega_{\Delta}}{dt},$$

где

$\omega_{\Delta}$  — относительная скорость вращения (скольжение).

$J$  — момент инерции.

Ас. двигатель характеризуется также упругими свойствами, сопутствующими электромагнитным переходным процессам в машине. Жесткость  $c$  упругих элементов соответствует в ас. машинах понятию „синхронизирующий момент“ синхронного двигателя. При переходных процессах в ас. двигателях пропорционально изменению угла  $\vartheta$  между потоками ротора и статора (в электрических градусах) изменяется момент  $M_e$  машины и взаимосвязь между этими величинами выражается параметрами, определяемыми при стационарном режиме:

$$c = \frac{dM_e}{d\vartheta_m} \approx \frac{M_{eN}}{\vartheta_{mN}},$$

где

$\vartheta_m = \frac{\vartheta}{p}$  — механический угол нагрузки,

$M_{eN}$  — номинальный вращающий момент.

Демпфирующие свойства ас. двигателей характеризуют необратимые процессы, связанные с рассеянием энергии как вследствие внешних, так и внутренних сопротивлений. Если обозначим через  $\omega_k$  разность между угловыми скоростями результирующего потока и вращения ротора, то постоянная демпфирования определяется формулой, дающей связь между величинами, определяемыми для стационарного режима

$$k = \frac{M_e}{\omega_k} \approx \frac{M_e}{\omega_d \cdot s} \approx \frac{M_{eN}}{\omega_d \cdot s_N},$$

где

$\omega_d$  — синхронная скорость ас. двигателя,

$s_N$  — номинальное скольжение.

На рис. 1 изображены механическая и электрическая схемы замещения для объяснения колебательных процессов в ас. двигателях, соот-

ветствующих случаю, когда колеблется нагрузка. На рис. 1:  $F$ —вращающаяся пружина с жесткостью кручения  $c$ ;  $K$ —механическая муфта скольжения с постоянной  $k$ ;  $M$ —нагрузочный момент. На схеме механической модели моменты нанесены с соблюдением принципа „действие—противодействие“:

$$\omega_{\Delta} = \omega_F + \omega_k; \quad \omega = \omega_d + \omega_{\Delta}; \quad \omega_k = \omega_d \cdot s; \quad M = M_J + M_e.$$

При стационарном режиме

$$\omega_F = 0; \quad \omega_{\Delta} = \omega_k; \quad \dot{\vartheta} = \text{Const}; \quad M_e = M = \text{Const}.$$

На электрической модели напряжение соответствует моменту механической модели, а ток—угловой скорости.

В силу нелинейности упругих, демпфирующих и инерционных характеристик ас. двигателей могут возникать самовозбуждающиеся колебания как при изменении момента сопротивления на валу, так и при колебании питающего напряжения.

При значительной неравномерности нагрузки на валу ас. двигателя рабочие характеристики двигателя могут существенно изменяться по сравнению с равномерной нагрузкой. Изменение характеристик вызывается переменной составляющей момента сопротивления и связанными с ней пульсационными токами и электромагнитными моментами.

Переходный электромагнитный процесс в ас. двигателе, наблюдаемый при периодической нагрузке, вызывает увеличение действующих значений токов и потерь в обмотках статора и ротора, уменьшение к. п. д. и  $\text{Cos } \varphi$  [6].

Теоретические исследования показали, что при питании ас. двигателя колеблющимся напряжением могут колебаться скольжение и момент на валу соответственно в пределах: 0,5—3 и 0—36% от номинальных значений [7]. Эти изменения происходят при питании ас. двигателя с разными инерционными моментами (мощность 37 квт) напряжением, колеблющимся в пределах 16% от номинального значения с частотой 0—10 гц.

Однако в [7] не исследовано влияние колебаний питающего напряжения на изменение к. п. д., температурного режима машины,  $\text{Cos } \varphi$ , на величину электромагнитного момента.

Кроме того, при наложении колебаний питающего напряжения и момента сопротивления вышеуказанные нежелательные явления могут увеличиться.

Частота собственных незатухающих колебаний, рассчитанная по [8], изменяется в диапазоне 4—20 гц для ас. двигателей отечественного производства мощностью 0,1—1000 квт. При изменении с такой же частотой питающего напряжения или нагрузочного момента будут иметь место резонансные явления.

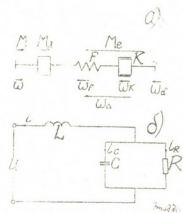


Рис. 1. Механическая (а) и электрическая (б) схемы замещения асинхронного двигателя

Изучение влияния колебаний напряжения на асинхронные двигатели приведет к более обоснованным нормам допустимых колебаний напряжения, что в свою очередь повысит экономичность как распределительных сетей, так и самих потребителей.

Поскольку исследование до сего времени было чисто теоретическим, целесообразно проведение натурных экспериментов для проверки теоретических соображений и разработки обоснованных рекомендаций.

Несомненно, заслуживает внимания влияние колебаний напряжения и на другие параметры асинхронных двигателей: к. п. д.,  $\cos \varphi$ , электромагнитный момент и др.

Грузинский институт энергетики  
 им. Дидебулидзе

(Поступило 5.2.1970)

ენერგეტიკა

თ. ლეკიშვილი

ასინქრონულ ძრავებზე ძაბვის რყევების გავლენის საკითხისათვის  
 რეზიუმე

ელექტრულ ქსელებში ძაბვის რყევის დასაშვები ნორმები, საბელმწიფო სტანდარტის მიხედვით, განისაზღვრება ელექტროგანათების ნორმალური მუშაობის პირობებით. მაგრამ ძაბვის რყევებს შეუძლია მავნე გავლენა მოახდინოს სხვა მომხმარებლებზეც. განხილულია ასინქრონულ ძრავებში რხევადი პროცესების ფიზიკური სურათი, როდესაც ძრავები იკვებება რყევადი ძაბვით. აღნიშნულია ასინქრონულ ძრავებზე ძაბვის გავლენის საკითხის ექსპერიმენტული შესწავლის მიზანშეწონილობა მათზე ძაბვის რყევების ნორმების დასადგენად.

POWER ENGINEERING

T. G. LEKISHVILI

## ON THE PROBLEM OF THE INFLUENCE OF VOLTAGE FLUCTUATION ON INDUCTION MOTORS

Summary

Some types of electrical equipment, such as welding machines, electric arc furnaces and others, may, under certain circumstances, cause voltage fluctuation on the bus line. In actual systems the voltage fluctuation caused by the varying load may affect the performance of induction motors. The problem of the operation of induction motors during voltage fluctuation is discussed in the present paper.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. С. Либкинд. Регулирование напряжения в электрических сетях. М., 1968.
2. Г. С. Лежава. Схемы электроснабжения... Автореферат, М., 1965.
3. R. J. Thomas. Electr. Rev., 180, № 10, 1967.
4. Н. И. Соколов. Регулирование напряжения в электрических сетях. М., 1968.
5. H. Nаске. Elektrotechn. Z., A 83, № 24, 1962.
6. Б. Т. Артемюк. Исследование характеристик асинхронных двигателей... Автореферат, Киев, 1968.
7. S. Iamada. Electr. Eng. Japan, 85, № 11, 1965.
8. W. Freise... Elektrotechn. Z. A 85, № 12, 1964.



Э. Ш. АБРАМИДЗЕ

## ВЛИЯНИЕ ПЕРЕДАТОЧНОГО ЧИСЛА ЭЛЕКТРОВОЗА НА РАСХОД ЭНЕРГИИ ДЛЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

(Представлено членом-корреспондентом Л. Г. Абелишвили 12.1.1970)

Экономия электрической энергии является значительной государственной задачей, поставленной перед всеми отраслями нашего народного хозяйства. Электрифицированный транспорт является крупным потребителем электрической энергии, поэтому экономия энергии при движении поездов на электрической тяге представляет существенно актуальную задачу.

Для определения влияния передаточного числа электровоза на расход энергии для движения поездов допускалось, что каждый тип электровоза имеет разные передаточные числа, и был введен коэффициент изменения передаточного числа

$$m = \frac{\mu'}{\mu},$$

где  $\mu$ —существующее передаточное число электровоза;

$\mu'$ —измененное передаточное число электровоза.

При существующих характеристиках подвижного состава и профиле пути расход энергии  $A$  зависит от скорости движения, ускорения  $\alpha$ , скоростей окончания пуска  $v_n$  и начала торможения  $v_m$ , а также замедления  $\beta$ .

Изменение передаточного числа локомотива существенно влияет на отмеченные выше параметры и, следовательно, на расход энергии, который зависит от коэффициента изменения передаточного числа  $m$ .

Для сокращения удельного расхода энергии необходимо изучить зависимости  $A = f(m)$  или  $a = f(m)$  ( $a$ —удельный расход энергии, втч/ткм) для различных случаев.

Использование ЦВМ дает возможность решить этот вопрос. С этой целью на ЭЦВМ были проведены расчеты методом интегрирования уравнения движения для пассажирских поездов весом 1060 т с электровозами ВЛ 22<sup>а</sup>, ВЛ 8, Ф<sup>а</sup>, ВЛ 60, ЧС 1, ЧС 2, ЧС 3, ЧС 4, при перегонах разных длин  $L=5; 8; 10; 15; 20; 25; 50$  км и средних уклонах пути  $i_h = -2; 0; 2; 4; 6; 8; 10\text{‰}$ .

Часть блок-схемы этого вычисления, относящегося к расчету расхода удельной энергии, приведена на рис. 1.

В случае ограничения скорости ток электровоза определялся по формуле

$$I_{\text{ср}(n, n+1)} = \frac{2,73}{\eta} \cdot \frac{p+Q}{U_0} \cdot v_{\text{ср}(n, n+1)} \cdot W_{k \text{ ср}(n, n+1)}$$



Для определения  $I = \varphi(v)$  до ограничения скорости токовые характеристики электровозов были разделены на участки (a, b, c, d, e, f) и

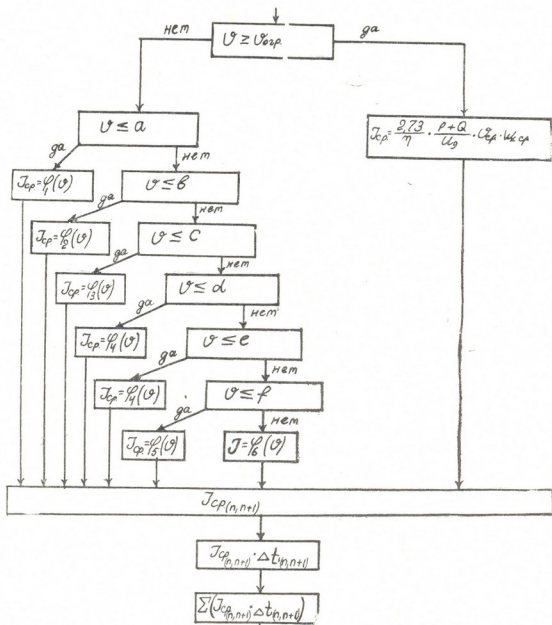


Рис. 1

аппроксимированы. Результаты аппроксимации криволинейных участков показаны в таблице.

Тип электровоза	Диапазон скорости, км/ч	$I = \varphi(v)$
ВЛ22М	57,2 — 100	$I = 4823,15 - 91,950v + 0,484 v^2$
Ф11	99 — 160	$I = 824,56 - 7,397 v + 0,0208 v^2$
ВЛ18	53,2 — 100	$I = 7217,53 - 138,128 v + 0,736 v^2$
ВЛ60	47,6 — 100	$I = 629,86 - 10,583 v + 0,053 v^2$
ЧС1	97,3 — 120	$I = 5192,4 - 62,59 v + 0,22 v^2$
ЧС2	115 — 160	$I = 8954,675 - 87,129 v + 0,245 v^2$
ЧС3	88,3 — 120	$I = 6025,66 - 76,670 v + 0,282 v^2$

Для изучения влияния передаточного числа локомотива на расход энергии поездов при высоких скоростях были проведены расчеты для

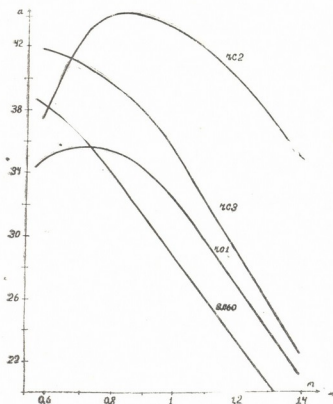


Рис. 2

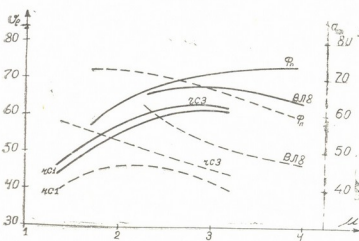


Рис. 3

го расхода электрической энергии, что ясно видно из приведенных на рис. 3 кривых.

В общем случае определение зависимостей  $a = f(m)$  дает возможность выбрать оптимальное передаточное число электровоза по скорости и удельному расходу энергии.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

разных допустимых скоростей ( $v_{отр}$  равна  $v_{конст}$ ; 160 и 250 км/час), 250 км/ч, а для некоторых электровозов и 160 км/ч, значительно превышают существующие конструктивные скорости.

Зависимость  $I = \varphi(v)$  для скоростей выше конструктивных устанавливалась условно по экстраполяционной токовой характеристике.

На рис. 2 даны несколько кривых  $a = f(m)$  (для случая  $L=10$  км,  $v_{отр} = v_{конст}$ ,  $i_R=0$ ), полученных по вышеуказанному расчету.

Как можно было предполагать, профиль пути и длина перегона оказывают большое влияние на зависимость  $a = f(m)$ .

Часто для перегонов малой длины правильным подбором передаточного числа локомотива значительно увеличивалась средняя скорость по перегону при уменьшении удельно-

ა. აბრამიძე

ელმავლის გადაცემის რიცხვის გავლენა მატარებლის  
 მოძრაობის ენერგიის ხარჯზე

რეზიუმე

განხილულია ელმავლის გადაცემის რიცხვის გავლენა მატარებლის მოძრაობის ენერგიის ხარჯზე. ელექტრონულ-გამომთვლელი მანქანების გამოყენებით გამოვლენილია, რომ გადაცემის რიცხვის სწორად შერჩევა საშუალებას გვაძლევს შევამციროთ მატარებლის მოძრაობისათვის საჭირო ენერგიის ხარჯი.

ELECTROTECHNICS

E. Sh. ABRAMIDZE

ELECTRIC LOCOMOTIVE GEAR RATIO EFFECT ON ENERGY  
 CONSUMPTION DURING THE TRAIN'S MOTION

Summary

The electric locomotive gear ratio effect on energy consumption during the train's motion is presented. Using electronic computers, it has been found that a correct choice will enable reduction of energy consumption during the motion of the train.



ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

В. М. БАПКОВ, Б. М. ХАЧАТУРОВ

ТРАНСФОРМАТОРНЫЙ ДЕЛИТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ  
 В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ 10 ÷ 100 КГЦ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Г. Абелишвили 9.2.1970)

Трансформаторные делители напряжения получили в настоящее время широкое распространение в электроизмерительных приборах и устройствах высокой точности: в термоэлектрических компараторах напряжения, мостах, компенсаторах, устройствах для проверки делителей и трансформаторов. Они имеют ряд ценных преимуществ перед резисторными делителями: достаточно большое входное и малое выходное сопротивление, а также высокую точность и стабильность. Однако существующие трансформаторные делители исследованы и построены для диапазона частот до 10 кгц.

В данной статье приводятся результаты теоретических и экспериментальных исследований трансформаторного делителя напряжения, работающего в диапазоне частот 10 ÷ 100 кгц, разработанного для цифрового автоматического компенсатора переменного тока [1].

Схема делителя представлена на рис. 1, а. Делитель служит для получения напряжения, компенсирующего одну из составляющих (синфазную или квадратурную) входного напряжения и состоит из трех декад, построенных по коду 1—2—4—2. К вторичным обмоткам декад подключены контакты  $K_1—K_{12}$  реле, автоматически осуществляющие набор необходимой величины выходного напряжения.

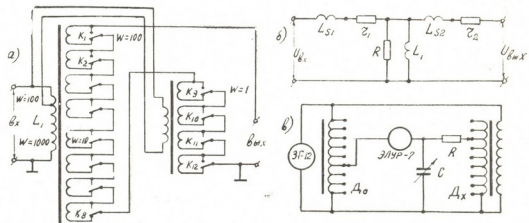


Рис. 1: а) электрическая схема делителя, б) эквивалентная схема делителя, в) схема для экспериментального исследования делителя

Если пренебречь паразитными утечками между проводами обмотки, то эквивалентная схема декады на низких частотах будет иметь вид, представленный на рис. 1, б.

Погрешность декады на низких частотах в основном определяется индуктивностями рассеяния обмоток, активным сопротивлением провода первичной обмотки и потерями в магнитном сердечнике.

Амплитудная погрешность делителя равна

$$\gamma_a = \frac{L_{s1}}{L_1} + \frac{r_1}{R_c}; \quad (1)$$

а фазовая —

$$\gamma_\phi = -\frac{r_1}{\omega L_1} + \frac{\omega L_{s1}}{R_c}, \quad (2)$$

где  $L_{s1}$ ,  $r_1$ —индуктивность рассеяния и активное сопротивление провода первичной обмотки;  $L_1$ —индуктивность первичной обмотки;  $R_c$ —активное сопротивление, эквивалентное потерям в магнитном сердечнике.

Так как в компенсаторах делитель работает в режиме холостого хода, то индуктивность рассеяния и сопротивление провода вторичной обмотки  $L_{s2}$ ,  $r_2$  не должны вызывать погрешностей.

Из выражений (1) и (2) видно, что для уменьшения погрешностей необходимо уменьшать индуктивность рассеяния первичной обмотки, а также выбирать сердечник с высокой магнитной проницаемостью и малыми потерями. Поэтому провода обмоток декад намотаны на тороидальные магнитные сердечники из феррита марки 2000 НМ и скручены между собой в общий жгут. Практически в выражениях (1) и (2) вторыми слагаемыми можно пренебречь, поскольку для ферритовых сердечников  $R_c$  имеет большую величину.

Погрешность декады на высоких частотах определяется паразитными утечками между обмотками. Указанная погрешность проанализирована только для делителей, выполненных по автотрансформаторной схеме [2, 3]. Однако, исходя из теоретических положений, изложенных в работе [3], можно получить выражения для амплитудной и фазовой погрешностей от паразитных утечек между обмотками декады, выполненной по трансформаторной схеме:

$$\gamma_{an} = K \left( -\omega^2 l_s C + \frac{r_{np}}{R_{из}} \right); \quad (3)$$

$$\gamma_{\phi n} = K \omega \left( r_{np} C + \frac{l_s}{R_{из}} \right), \quad (4)$$

где  $l_s$ ,  $r_{np}$ —индуктивность рассеяния и активное сопротивление одного провода жгута обмотки;  $C$ —емкость между двумя проводами жгута;  $R$ —активное сопротивление между двумя проводами;  $K$ —численный множитель.

В делителе применен провод с фторопластовой изоляцией марки МГТФ, обеспечивающий малые емкости между проводами и имеющий минимальные диэлектрические потери. Поэтому в выражениях (3) и (4) вторыми слагаемыми можно пренебречь.

Если известна амплитудная погрешность декады, то можно рассчитать ее фазовую погрешность от паразитных емкостей по формуле

$$\gamma_{\phi n} = \gamma_{an} \cdot \frac{r_{np}}{\omega l_s}. \quad (5)$$

Погрешность делителя определялась экспериментально-расчетным путем. Делитель поверялся на частоте 1 кГц по образцовому делителю  $D_0$ , по мостиковой схеме (рис. 1, в), а затем определялась его частотная погрешность в диапазоне частот от 1 до 100 кГц и результаты двух измерений складывались.

Амплитудно-частотная погрешность делителя в диапазоне частот от 1 до 100 кГц определялась путем измерения его входного напряжения при разных частотах и при постоянном выходном напряжении.

Входное напряжение поверяемого делителя  $D_x$  измерялось термоэлектрической установкой типа УПМА-2, выходное напряжение поддерживалось постоянным и контролировалось вольтметром Ф 534.

Амплитудная и фазовая погрешности делителя при разных частотах и коэффициентах деления представлены на рис. 2, а. Из кривых видно, что на частотах 50 кГц и выше погрешность растет пропорционально квадрату частоты, что указывает на то, что на этих частотах амплитудная погрешность определяется паразитными емкостями. На нижней частоте диапазона (10 кГц) амплитудная погрешность положительна, а фазовая отрицательна. С ростом частоты погрешности уменьшаются и при средней частоте диапазона ( $\sim 30$  кГц) делитель имеет минимальные погрешности. На этой частоте погрешности от индуктивности рассеяния и активного сопротивления провода первичной обмотки компенсируются погрешностями от паразитных емкостей.

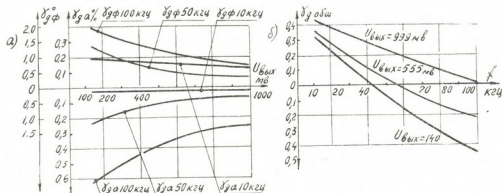


Рис. 2: а) амплитудно-фазовая погрешность делителя, б) суммарная погрешность делителя

С дальнейшим повышением частоты погрешности делителя возрастают и меняют свой знак на противоположный.

Суммарная погрешность делителя с учетом рассеяния представлена на рис. 2, б.

Точность делителя может быть повышена, если его выполнить по автотрансформаторной схеме. В этом случае значительно снизится погрешность от индуктивности рассеяния и сопротивления обмоток. Однако в таком делителе потребуется в два раза больше дорогостоящих коммутирующих реле и конструктивно он будет сложнее, чем разработанный делитель.

Таким образом, при применении трансформаторных делителей в компенсаторе переменного тока можно формировать компенсирующее на-



რეჟიმე ვ დიაპაზონე ჩაფოტ 10 ÷ 100 კგც ს ამპლიტუდნი პოგრეშნოშო 0,1 ÷ 0,4% ი ფაზოვი პოგრეშნოშო 0,05 ÷ 2°.

Тбилисский филиал Всесоюзного  
института метрологии  
имени Д. И. Менделеева

(Поступило 13.2.1970)

ელექტროტექნიკა

3. ბაიკოვი, ბ. ხაჩატუროვი

ძაბვის ტრანსფორმატორული გამყოფი სიხშირის 10 ÷ 100 კჰც დიაპაზონში

რეზიუმე

მოცემულია 10 ÷ 100 კჰც სიხშირის დიაპაზონში მომუშავე ძაბვის ტრანსფორმატორული გამყოფის თეორიული და ექსპერიმენტული გამოკვლევის შედეგები. ტრანსფორმატორული გამყოფის მეშვეობით წარმოებს კომპენსატორში მაკომპენსირებელი ძაბვის ფორმირება ამპლიტუდური ცდომილებით 0,1 ÷ 0,4% და ფაზური ცდომილებით 0,05 ÷ 2°.

ELECTROTECHNICS

V. M. BAIKOV, B. M. KHACHATUROV

VOLTAGE TRANSFORMER DIVIDER WITHIN THE FREQUENCY RANGE OF 10 TO 100 KCPS

Summary

The paper shows the results of a theoretical and experimental investigation of voltage transformer divider operating over the frequency range of 10 to 100 kcps. The dividers form compensating voltage in the alternative current compensators with amplitude errors of 0.1 ÷ 0.4% and phase errors of 0.05 ÷ 2°.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. М. Хачатуров. Сообщения АН ГССР, т. 53, № 2, 1969.
2. T. Z. Zapf, C. H. Chinburg, H. K. Wolf. IEEE Transactions: Instrumentation and Measurement, IM-12, 1963.
3. В. М. Байков. Труды Метрологических институтов СССР, вып. 98 (158), 1968.



АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Р. Г. ВАЧНАДЗЕ

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ НАХОЖДЕНИЯ ГАРАНТИРОВАННЫХ  
ОЦЕНОК

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 2.2.1970)

В последнее время большое внимание уделяется задачам управления в условиях неопределенности. В общем случае такие задачи можно свести к задаче нахождения максимального значения функционала  $F(x, y)$ , где вектор  $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  определяет выбранное управление, а вектор  $y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$  характеризует неопределенность при выборе управления  $x$ . Эта неопределенность может быть вызвана противодействием противника, либо определена неизвестными факторами в природе. В любом случае, если при принятии решения  $x$  ничего не известно о значении  $y$ , естественно ориентироваться на наихудшие значения  $y$ , т. е. искать вектор  $x$ , исходя из решения следующей задачи:

$$\max_{x \in X} \min_{y \in Y} F(x, y) = \max_{x \in X} F(x, y^*(x)) = \underline{J}^* \quad (1)$$

Будем предполагать, что  $F(x, y)$ —нелинейная, кусочно-непрерывная функция, которая может быть многоэкстремальной, множества  $X$  и  $Y$  ограничены и замкнуты и являются подмножествами евклидовых пространств  $E^n$  и  $E^m$  соответственно, т. е.  $x \in X \subset E^n$  и  $y \in Y \subset E^m$ . Пусть  $Y^*(x) \subset Y$  есть множество тех  $y(x) \in Y$ , которые минимизируют функцию  $F$ , т. е.

$$Y^*(x) : \{y \mid \min_{y \in Y} F(x, y)\} \\ y^*(x) \in Y^*(x).$$

Разработке методов нахождения максимина посвящено значительное число работ [1—5]. Б. Н. Пшеничный находит решение для линейной функции [1], В. Ф. Демьянов и Дж. Данскин решают задачу (1) для нелинейной функции, однако налагают на нее условия непрерывности по своим переменным и непрерывной дифференцируемости по  $x$  [2, 3]. Кроме того, в силу самого определения принципа гарантированного результата [4, 5], здесь требуется нахождение именно глобальных минимумов по  $y$  функции  $F(x, y)$ :

$$\min_{y \in Y} F(x, y) = \varphi(x), \quad (2)$$

что в случае многоэкстремальности этой функции является сложной задачей, которая фактически обходится авторами вышеуказанных работ.

Таким образом, в настоящее время сколько-нибудь практически приемлемых методов решения задачи нахождения гарантированных ре-

зультатов не существует, особенно, если дело касается сложных (многоэкстремальных, недифференцируемых) функций, которые встречаются на практике.

В настоящей работе предлагается метод нахождения максиминов, или минимаксов, основанный на применении метода  $\Psi$ -преобразования [6, 7].

Предлагаемый метод требует проведения следующей последовательности операций:

1. Случайным образом, проведя статистические испытания, выбираем точки

$$x_i \in X \quad (i = 1, 2, \dots, l).$$

2. Для каждой фиксированной точки  $x_i$  методом  $\Psi$ -преобразования ищем глобальный минимум функции

$$\min_{y \in Y} F(x_i, y) = \varphi(x_i),$$

при этом ищем только скалярные значения минимумов, одновременно запоминая те случайные значения  $y$ , которым соответствуют наименьшие реализованные величины функций  $F(x_i, y)$ , полученные во время статистических испытаний, требуемых для проведения  $\Psi$ -преобразования.

3. Выбираем максимальное значение из последовательности

$$\max_{1 \leq i \leq l} \varphi(x_i) \equiv \varphi(\bar{x}),$$

и находим координаты точки

$$y^*(\bar{x}) : \{y \mid \min_{y \in Y} F(\bar{x}, y)\}, \quad (4)$$

$$y^*(\bar{x}) \in Y^*(\bar{x}).$$

Введем следующее определение:

Точка  $\hat{x}$  находится в области притяжения глобального экстремума, если

$$|F(\hat{x}) - F(x^*)| \leq \varepsilon, \quad (5)$$

где  $\varepsilon > 0$ —заранее определенное малое число, а  $x^*$ —точка глобального экстремума функции  $F(x)$ , причем будем считать, что в области притяжения локальный и глобальный экстремумы совпадают.

Координаты точки  $y = y^*(\bar{x})$  находим следующим образом.

Если

$$|F(\bar{x}, \bar{y}) - \varphi(\bar{x})| \leq \varepsilon, \quad (6)$$

где  $F(\bar{x}, \bar{y})$  есть случайное наименьшее реализованное значение функции  $F(\bar{x}, y)$ , то  $\bar{y}$  находится в области притяжения глобального минимума и для нахождения  $y^*(\bar{x})$  можно воспользоваться известными локальными методами поиска. Если условие (6) не выполняется, вероятность нахождения точки  $\bar{y}$  в окрестностях глобального минимума мала,



и требуется проведение новой серии статистических испытаний для нахождения такой  $y$ , которая удовлетворила бы (6).

4. По полученным реализациям функции  $\varphi(x)$  методом  $\Psi$ -преобразования находим величину глобального максимума функции  $\varphi(x)$ , который соответствует максимуму функции  $F(x, y)$

$$\max_{x \in X} \varphi(x) = \max_{x \in X} \min_{y \in Y} F(x, y) = F(x^*, y^*(x)). \quad (7)$$

5. Для нахождения координат точки  $x^* = x^*$  ведем поиск из точки  $\bar{x}$  по направлению увеличения значения функции  $\varphi(\bar{x})$ . Если выполняется условие

$$|\varphi(\bar{x}) - F(x^*, y^*)| \leq \varepsilon, \quad (8)$$

точка  $\bar{x}$  находится в области притяжения глобального максимума функции  $\varphi(x)$  и поиск  $x^*$ , следовательно, можно вести локальными методами. В случае, если не выполняется условие (8), следует вновь провести статистические испытания для нахождения такой точки  $x$ , для которой условие (8) будет выполнено.

Поиск  $x^*$  проводится следующим образом: делаем шаг в сторону увеличения  $\varphi(\bar{x})$ , т. е. находим

$$\bar{x}' = \bar{x} + \Delta \bar{x},$$

(где  $\Delta \bar{x}$  зависит от применяемого локального способа поиска) и методом  $\Psi$ -преобразования ищем глобальный минимум функции  $F(\bar{x}', y)$ :

$$\min_{y \in Y} F(\bar{x}', y) = \varphi(\bar{x}').$$

Проверяем условие

$$|\varphi(\bar{x}') - F(x^*, y^*)| \leq \delta, \quad (9)$$

где  $\delta > 0$  есть заранее выбранное малое число, характеризующее точность приближения к максимуму.

При выполнении условия (9), задачу (1) считаем решенной, и точка

$$\bar{x}' \equiv x^*,$$

если же (9) не выполняется, то делаются последующие шаги до тех пор, пока не выполнится условие (9).

З а м е ч а н и е 1. Аналогичным будет и метод нахождения минимакса, т. е. решение задачи

$$\min_{y \in Y} \max_{x \in X} F(x, y) = \bar{J}^*, \quad (10)$$

притом, как известно, всегда будет иметь место неравенство

$$\max_{x \in X} \min_{y \in Y} F(x, y) \leq \min_{y \in Y} \max_{x \in X} F(x, y). \quad (11)$$

З а м е ч а н и е 2. Сходимость предложенного метода обуславливается сходимостью метода  $\Psi$ -преобразования [6] и методов нахождения максимина [1—3].

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт электроники, автоматике  
 и телемеханики

(Поступило 5.2.1970)

ავტომატური მართვა და გამომწვლითი ტექნიკა

რ. ვაჩნაძე

გარანტირებული შეფასებების მოძებნის ერთი მეთოდის შესახებ  
 რ ე ზ ი უ მ ე

მოცემულია გარანტირებული შეფასებების მოძებნის მეთოდი, რაც საშუალებას იძლევა ამოვხსნათ მაქსიმინის ან მინიმაქსის ამოცანა არაწრფივი, უბან-უბან უწყვეტი ფუნქციისათვის, რომელიც შეიძლება იყოს მრავალქსტრემალური.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

R. G. VACHNADZE

## ON ONE METHOD OF DISCOVERING GUARANTEED ESTIMATES

### Summary

A method is suggested for discovering guaranteed estimates. It enables the solution of the problem of the maximin and minimax for a nonlinear piecewise continuous function which may be multiextremal.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. Н. Пшеничный. Кибернетика, № 5, 1965.
2. В. Ф. Демьянов. Кибернетика, № 6, 1966, № 3, 1967.
3. J. M. Danskin. J. SIAM on Applied Mathematics, vol. 14, 4, July, 1966.
4. Ю. Б. Гермейер. Методологические и математические основы исследования операций и теории игр. (Текст лекций). Ротапринт ВЦ МГУ, 1967.
5. Ю. Б. Гермейер. Журнал вычислительной математики и математической физики, т. 9, № 2, 1969.
6. В. К. Чичинадзе. Техническая кибернетика, № 1, 1967.
7. V. K. Chichinadze. Automatica, vol. 5, 1969.



ნიდაგამცოდნობა

ბ. მხინძი, მ. ჯიკაძე

მდელოს ყავისფერი ნიდაგამცის ჰუმუსის შედგენილობის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა მ. საბაშვილმა 14.1.1970)

ჰუმუსის შედგენილობა და მისი ბუნების შესწავლა კარგა ხანია, რაც ნიდაგამცოდნეთა ფართო კვლევის საგანი გახდა, მაგრამ ჯერ კიდევ საბოლოოდ არაა გარკვეული მრავალი საკვანძო საკითხი. ეს იმით აიხსნება, რომ ჰუმუსი, — ნიდაგის ორგანული ნაწილი — მეტად რთული და სპეციფიკური შედგენილობით ხასიათდება, რაც უშუალოდაა დაკავშირებული მცენარეულ საფართან, ნიდაგში მიმდინარე ბიოლოგიურ პროცესებთან, ნიდაგის კოლოიდურ ნაწილთან. აქედან გამომდინარე, მისი შესწავლა კომპლექსურ მიდგომას მოითხოვს.

საქართველოს მრავალფეროვანი ბუნებრივი პირობები გარკვეულ გავლენას ახდენს ნიდაგურ საფარზე, მასში მიმდინარე პროცესებზე და თვით ნიდაგის ჰუმუსის შედგენილობაზე. ამის გამო ჩვენი რესპუბლიკის სხვადასხვა ნაწილში ნიდაგური ტიპებისა და სახესხვაობების მინერალიზაციის შედეგად ნიდაგის საკმაოდ ცვალებადი ხასიათისაა. ამჟამად საქართველოს სხვადასხვა ტიპის ნიდაგებისათვის ჰუმუსის შედგენილობისა და მისი ბუნების საფუძვლიანი შესწავლა საკმაოდ ყურადღებას იპყრობს.

წერილში განხილულია რესპუბლიკაში ფართოდ გავრცელებული მდელოს ყავისფერი ნიდაგების ჰუმუსის შედგენილობის საკითხები. საკვლევი ობიექტად შერჩეულია დიღმის სასწავლო-საცდელი საბჭოთა მეურნეობის ტერიტორია, სადაც 1962—1968 წწ. ჩატარდა ნიდაგური გამოკვლევები. ნიდაგის ნიმუშები აღებულია ვაზით დაკავებული ნაკვეთებიდან.

ჰუმუსის შედგენილობის ანალიზი ჩატარდა ი. ტიურინის მეთოდით [1]. ეს მეთოდი, სხვა მეთოდებთან შედარებით, უფრო ზუსტია ჰუმუსის შესწავლისა და მისი ფრაქციულ-ჯგუფური შედგენილობის განსაზღვრისათვის, ნიდაგის კოლოიდური ნაწილის თვისებებთან დაკავშირებით [2—4]. ამ მეთოდის საფუძველზე ჩვენ განვსაზღვრეთ ნიდაგის საერთო ჰუმუსი, ნახშირბადი, ჰუმინის მჟავის მოძრავი ფრაქციები  $0,1^N\text{NaOH}$ -ით დამუშავებულ ნიდაგის დეკალცინირებამდე; ჰუმინის მჟავის მეორე ფრაქციის მოძრავი ფორმები  $0,1^N\text{NaOH}$ -ისა და  $0,1^N\text{Na}_2\text{SO}_4$ -ის მოქმედებით, ნიდაგის დეკალცინირების შემდეგ. გამოიყო ჰუმინის მჟავის მესამე ფრაქცია  $0,1^N\text{NaOH}$ -ისა და  $0,1^N\text{H}_2\text{SO}_4$ -ის მორიგეობითი მოქმედებით; იგი წარმოადგენს მინერალურ ნაწილთან მტკიცედ შეკავშირებულ ფრაქციას. ძნელად ჰიდროლიზადი ნაწილის ნარჩენებში გაანგარიშებულია ნახშირბადი. გარდა ამისა, ყველა ფრაქციაში განისაზღვრა ფულკომჟავები და ჰუმინისა და ფულკომჟავების შეფარდება.



მდელოს ვეფისფერ ნიადაგების ჰუმუსის შედგენილობა % C-ს ნიადაგის საერთო ნახშირბადიდან

კრ-ის ნიშნები	სიღრმე, სმ-ით	ჰუმუსი, %	C	C დეკალტ-მეტრში	C ჰუმინის შეფასების ფრაქციებში				C ფულვონობილიტინის ფრაქციებში				C ჰუმინ-ფულვონობილიტინი	C ნარჩენი
					I	II	III	ჯამი	I	II	III	ჯამი		
					C ჰუმინი				C ფულვონობილიტინი					
1962 წ.														
1. ვენახი	0-10	2,49	1,44	4,50	1,05	20,05	4,20	25,10	5,09	12,00	3,70	21,50	1,16	49,90
	30-40	0,76	0,44	5,60	1,12	20,45	6,60	28,81	2,50	12,50	4,80	19,80	1,45	47,35
2. ყაშიანი	0-15	2,19	1,27	4,60	0,79	20,05	5,40	26,24	1,14	10,50	8,45	20,12	1,30	48,04
	15-30	1,59	0,92	3,60	1,95	16,80	4,90	22,45	2,54	8,40	6,40	17,34	1,31	56,30
	30-40	1,04	0,60	5,55	0,83	25,16	6,40	32,39	4,20	12,10	8,45	24,45	1,32	37,31
3. ვენახი	0-20	1,34	0,78	5,34	0,64	21,52	5,50	27,66	3,20	4,50	10,50	26,20	1,05	43,80
	20-40	0,89	0,51	2,60	0,98	15,90	4,20	21,02	2,14	8,00	6,50	14,21	1,22	35,64
4. ყაშიანი	0-15	2,14	1,24	1,62	0,84	16,90	3,85	21,50	2,54	7,85	8,35	18,44	1,17	57,07
	35-44	0,89	0,51	2,72	0,92	20,45	7,50	28,87	4,35	17,40	8,65	20,40	1,41	30,04
5. აუთოციგენური	0-20	2,20	1,21	2,84	11,25	20,00	8,45	29,70	2,12	10,50	8,50	19,12	1,55	58,34
1966 წ.														
1. ვენახი	0-20	2,05	1,19	3,60	1,42	20,45	5,60	27,44	5,08	9,85	10,56	25,49	1,08	43,53
	20-30	1,34	0,76	4,50	0,78	14,10	6,40	21,58	3,15	8,65	1,54	20,34	1,04	53,68
2. ყაშიანი	0-10	1,80	1,05	6,00	1,14	20,68	5,85	27,60	3,14	10,45	6,85	20,44	1,35	45,86
	20-30	1,25	0,72	3,80	1,15	14,55	6,80	22,80	3,20	8,50	7,45	19,20	1,18	56,26
	50-60	0,84	0,49	5,20	0,78	20,00	7,40	28,18	1,65	10,85	8,76	21,21	1,32	45,41
3. ვენახი	0-15	1,35	0,78	4,50	1,42	24,45	5,40	31,24	5,18	12,60	4,00	26,78	1,54	45,45
	20-30	0,98	0,54	2,74	0,74	17,80	3,50	22,04	2,54	8,50	7,15	18,19	1,16	58,03
4. ყაშიანი	0-15	1,81	1,05	5,40	0,80	19,55	4,05	24,70	1,20	8,60	6,45	1,25	1,52	53,65
	20-30	1,32	0,75	4,20	1,02	20,45	6,50	35,97	1,24	18,85	6,40	25,89	1,54	35,95
	50-60	0,84	0,49	2,45	1,20	14,80	8,40	27,40	2,54	8,20	12,00	22,74	1,21	47,70

ბუნებრივია, რომ ნიადაგების გაკულტურების თვალსაზრისით ჩატარებულ აგროტექნიკური ღონისძიებების — პლანტაჟის, კულტივაციის, სასუქების შეტანისა და სხვათა გავლენით იცვლება ნიადაგის ქიმიური, ფიზიკურ-ქიმიური შედგენილობა, მერყეობს აგრეთვე ჰუმუსის შემცველობა-შედგენილობაც. მდელოს ყავისფერი ნიადაგების ჰუმუსის შედგენილობისა და შემცველობის შესახებ წარმოდგენას გვაძლევს ჩვენი მიერ ჩატარებული ლაბორატორიული ანალიზის შედეგები, რომლითაც ირკვევა, რომ ამ მხრივ წლების მიხედვით მკვეთრი განსხვავება არ შეიმჩნევა (იხ. ცხრილი).

როგორც ანალიზური მონაცემებიდან ჩანს, პირველ ფრაქციაში ფუღვო-მჟავები მეტია, ვიდრე ჰუმინის მჟავა, რაც შეიძლება გამოწვეული იყოს ამ ნაწილის უფრო მოძრავი თვისებებით. მდელოს ყავისფერი ნიადაგებისთვის დამახასიათებელი ნიშნები ჩვენი მონაცემებითაც დასტურდება — ამ ტიპის ნიადაგებში ჰუმინის მჟავის მეორე ფრაქცია კალციუმთან დაკავშირებული ფორმებით უფრო მეტი რაოდენობითაა წარმოდგენილი, ვიდრე ადვილად მოძრავი ჰუმინის მჟავის პირველი ფრაქცია. მაშასადამე, შესწავლილ ნიადაგებში დიდი რაოდენობით მოიპოვება ჰუმუსის შედგენილობის მთავარი კომპონენტი — ჰუმინის მჟავა და მისი მეორე ფრაქცია. ფუღვომჟავები შედარებით ნაკლებია და ამის გამო ჰუმინის მჟავის ნახშირბადის ფუღვომჟავების ნახშირბადთან შეფარდება ერთზე მეტია (1,02—1,28). საყურადღებოა, რომ ანალოგიური შედეგები მიღებულია მუხრანის მდელოს ყავისფერი ნიადაგების გამოკვლევებიდანაც [5].

ცხრილიდან ირკვევა აგრეთვე, რომ მდელოს ყავისფერ ნიადაგებში ჰუმუსი ზედა ფენებში მეტწილად შეადგენს 3,0—3,5%-ს, ხოლო სიღრმეში იგი თანდათან მცირდება. ჰუმუსის შემცველობა ცალკე ჭრილებში, ნიადაგის გაკულტურების მდგომარეობის შესაბამისად, საკმაოდ მერყეობს. ამ პროცესზე განსაკუთრებულ ზეგავლენას ახდენს ნიადაგის პლანტაჟური დამუშავება. როგორც დასტურდება, ამ ტიპის ნიადაგებში, გაკულტურებასთან დაკავშირებით, ჰუმუსის შესაბამისად ცალკეულ ფენებში მერყეობს აზოტის შემცველობაც (0,12—0,18%). ჰუმუსის შემცველობასა და შედგენილობასთან, აგრეთვე შთანთქმულ ფუძეთა შედგენილობასთან დაკავშირებით საკმაოდ მერყეობს აგრეგატული და მიკროაგრეგატული შედგენილობა. ანალიზური მონაცემებით <0,25 მმ აგრეგატები ვენახით დაკავებულ ნიადაგებში ზედა და შუა ფენებში უდრის 22,4%-ს, ხშირად კი უფრო მეტია, რაც მიუთითებს ამ ნიადაგების საკმაოდ გამტკვრივანებაზე. ამის გამო საჭიროა განხორციელდეს ნიადაგის სტრუქტურის გაუმჯობესების ღონისძიებები.

Е. А. МХЕИДЗЕ, М. А. ДЖИКАЕВА

## О СОСТАВЕ ГУМУСА ЛУГОВО-КОРИЧНЕВЫХ ПОЧВ

### Резюме

В результате проведенных агротехнических мероприятий — плантажа, внесения удобрений и др., меняются содержание гумуса в почве, его состав, физико-химические свойства. Но эти изменения по годам незначительно колеблются. В большем количестве представлена вторая фракция гуминовой кислоты, связанная с кальцием; значительно меньше доля фульвокислот и поэтому отношение углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот больше единицы (1,02—1,28).

В зависимости от состояния окультуренности, содержания и состава гумуса, а также от состава поглощенных оснований значительно колеблется агрегатный и микроагрегатный состав исследованных почв.

SOIL SCIENCE

Е. А. МХЕИДЗЕ, М. А. ДЖИКАЕВА

## ON THE HUMUS COMPOSITION OF MEADOW BROWN SOILS

### Summary

As a result of agritechnical measures, such as trenching, fertilizer implementation, etc., the humus content in the soil changes, as well as its composition and physico-chemical properties, but this change is not drastic from year to year. The second fraction of humic acid is present in a larger quantity, being connected with calcium. The more mobile first fraction of humic acids is considerably less. Comparatively less is the share of fulvic acids, and for this reason the ratio of the carbon of humic acids to that of fulvic acids exceeds unity (1.02—1.28).

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. В. Тюрин. Труды Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева, т. XXXVII, 1951.
2. П. А. Костычев. Краткие очерки химических свойств перегноя... М., 1903.
3. В. В. Пономарева. Почвоведение, № 2, 1962.
4. გ. ტარასაშვილი. საქართველოს ყომალი ტიპის ნიადაგების ჰუმუსის ბუნების შესწავლა. თბილისი, 1938.
5. ვ. ლატარია, ე. მხეიძე. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 45, № 3, 1967.



ბიომინერალობა

ბ. შავშავანი

სანაწებრალო ლობიოს სათესლე ღირსების შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა შ. ჭინჭილაძემ 16.2.1970)

საქართველოში სამარცვლე პარკოსნებს მარცვლეულის საერთო ნათესში დაახლოებით 10—11% ფართობი უჭირავს; სამარცვლე პარკოსნებიდან კი ყველაზე მეტად გავრცელებულია ლობიო. იგი დიდი სამეურნეო მნიშვნელობის გარდა, საგულძსნმო აგროტექნიკურ როლსაც ასრულებს, როგორც სათესლი პარკოსანი მცენარე. კულტურის მორიგეობაში სუფთად ნათესი ლობიო და ნაწილობრივ სიმინდშიც შეთესილი, აუმჯობესებს ნიადაგურ პირობებს მომდევნო კულტურებისათვის.

ლიტერატურულ წყაროებში არსებობს მითითებები იმის შესახებ, რომ ლობიოს ზაფხულის ნათესებიდან მიღებული მარცვალი უფრო უკეთესია სათესლად, ვიდრე საგაზაფხულო ნათესებიდან მიღებული. ამიტომ ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა გაზაფხულზე და ზაფხულში (ნაწვერალზე) როგორც სიმინდში შეთესილი, ისე სუფთად ნათესი ლობიოს მარცვლის სათესლე თვისებები. ამ მიზნით 1966—1968 წ.წ. ჩავატარეთ ცდები მიწათმოქმედების სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მცხეთის ექსპერიმენტულ მეურნეობაში მდელის ყავისფერ სარწყავ ნიადაგზე. ცდის სქემა, რაც აქვე მოვეყვას, ერთნაირი იყო როგორც გაზაფხულზე, ისე სანაწვერალო ნათესისათვის.

1. სიმინდში შეთესილი ლობიო გაუნოციერებელი,
2. " " " განოციერებული  $P_{90}K_{45}$ ,
3. " " " "  $N_{80}P_{90}K_{45}$ ,
4. " " " "  $N_{60}P_{80}K_{45} + 2 \text{ კვ } B$ ,
5. " " " "  $P_{90}K_{45} + 2 \text{ კვ } B$ ,
6. სუფთად ნათესი ლობიო გაუნოციერებელი,
7. " " " განოციერებული  $P_{90}K_{45}$ ,
8. " " " "  $P_{90}K_{45} + 2 \text{ კვ } B$ .

ცდაში დანაყოფის საღარიცხო ფართობი 100 კვ. მეტრს უდრიდა. განმეორება ოთხჯერადი იყო. საცდელი ნაკვეთის ნიადაგს მზრალად ვხანავდით ოქტომბერში 20-22 სმ-ზე, ადრე გაზაფხულზე ხნულს ვფარცხავდით ზიგზაგით, ლობიოს თესვის წინ ვატარებდით კულტივაციასა და ერთდროულად ვფარცხავდით. ნაწვერალზე ლობიოსა და სიმინდის დასათესად ნაკვეთს ქერის მოსავლის აღებისთანავე ვხანავდით 20 ივნისს 20—22 სმ-ზე და ერთდროულად ვფარცხავდით.

გაზაფხულზე ლობიოს სხვადასხვა წელს ვთესავდით 25 აპრილიდან 5 მაისამდე, ხოლო ზაფხულში (ნაწვერალზე) — 25 ივნისიდან 5 ივლისამდე. საცდელად გამოვიყენეთ ლობიოს ჯიში ინდური წითელი, ხოლო სიმინდისა (გაზაფხულზე დასათესად) — ქართული კრუგი; ნაწვერალზე კი — ქართული თეთრი კაყოვანა.

ფენოლოგიურმა დაკვირვებამ გვიჩვენა, რომ აღმოცენებიდან ყვავილობამდე საგაზაფხულო ლობიოს დასჭირდა 34 დღე, სანაწვერალს კი — 27 დღე. „მოამბე“, ტ. 58, № 1, 1970



დღე, მაგრამ ყვევილობიდან სიმწიფემდე სანაწვერალო ნათესში, საგაზაფხულო ლოსთან შედარებით, ვეგეტაცია უფრო განანგრძლივდა. მიუხედავად ამისა, სანაწვერალო ლობიოს საერთო ვეგეტაციის პერიოდი აღმოცენებიდან პარკების მომწიფებამდე მაინც უფრო ხანმოკლე იყო, ვიდრე საგაზაფხულო ნათესში. როგორც საგაზაფხულო, ისე სანაწვერალო ნათესიდან მიღებულ მარცვალში განვსაზღვრეთ ცილების, ცხიმებისა და უაზოტო ექსტრაქტული ნივთიერებების შემცველობა. შედეგები მოგვყავს 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

გაზაფხულზე და ზაფხულში (ნაწვერალზე) ნათესი ლობიოს მარცვლის სათესლე ღირსება

გაზაფხულზე ნათესი (1966—67—68 წწ საშუალო) % -ით						ნაწვერალზე ნათესი (1966—67 წწ საშუალო) % -ით						
ვარიანტი	პროსუპული წყალი	უკრე-დანა	ნაცარი	ცილა	ცხიმი	უაზოტო ექსტრაქტული ნივთიერება	პროსუპული წყალი	უკრე-დანა	ნაცარი	ცილა	ცხიმი	უაზოტო ექსტრაქტული ნივთიერება
1	7,99	4,25	4,02	17,53	2,03	64,12	6,88	3,81	3,99	16,83	2,00	66,51
2	8,19	4,01	4,01	18,16	2,27	63,32	8,22	3,83	4,69	16,49	2,05	65,35
3	8,10	3,68	4,10	18,38	2,20	63,21	8,00	3,96	4,06	16,99	1,69	65,29
4	8,02	3,85	4,25	17,87	2,02	64,94	7,59	3,93	4,03	16,41	2,09	65,94
5	8,10	3,84	4,04	18,52	2,29	63,15	8,52	3,81	4,14	16,84	2,07	64,49
6	9,03	3,77	4,20	17,49	2,50	63,21	7,59	4,15	4,16	16,56	1,99	65,53
7	8,65	3,70	4,17	17,39	1,96	63,79	7,38	4,04	4,03	16,61	2,38	65,55
8	8,10	3,92	4,20	16,09	1,78	64,78	7,71	3,62	4,12	16,59	2,59	65,34
საშუალო												
1—5	8,8	3,92	4,08	18,09	2,16	63,74	7,84	3,86	4,16	16,71	1,98	65,51
6—8	8,59	3,79	4,19	16,99	2,08	63,92	7,56	3,93	4,10	16,58	2,32	65,47

როგორც ჩანს, უაზოტო ექსტრაქტულ ნივთიერებათა შემცველობა უფრო მეტია ნაწვერალზე ნათეს ლობიოში. რაც შეეხება ცხიმებს, ამ მხრივ სანაწვერალო და საგაზაფხულო ნათესებს შორის, არაა არსებითი განსხვავება.

ცილების რაოდენობა გაზაფხულზე ნათეს ლობიოს თესლში უფრო მეტია, ვიდრე სანაწვერალო ნათეს ლობიოს თესლში.

გარდა ამისა, გამოვიკვლიეთ სხვადასხვა ვარიანტზე სიმინდისა და ლობიოს საშუალო სიმაღლე, აგრეთვე პარკებისა და მარცვლის საშუალო რაოდენობა ლობიოს ერთ მცენარეზე. აღმოჩნდა, რომ პარკებისა და მარცვლის საშუალო რაოდენობა და წონა ერთ მცენარეზე საგაზაფხულო ნათესში უფრო მეტი იყო, ვიდრე სანაწვერალოში, მაგრამ 1000 მარცვლის წონით სანაწვერალო ნათესი ბევრად სჯობდა საგაზაფხულოს: საგაზაფხულო ნათესის 1000 მარცვლი იწონიდა 288 გ-ს, სანაწვერალისი — 350 გ-ს. რაც შეეხება თესლის გაღებების უნარს, ამ მხრივ არსებითი განსხვავება მათ შორის არ აღინიშნება.

ლობიოს მარცვლის მოსავალს ვიღებდით სრული სიმწიფის ფაზაში. სამივე წელს სიმინდში შეთესილი ლობიოს მარცვლის ყველაზე უხვი მოსავალი როგორც საგაზაფხულო, ისე სანაწვერალო ნათესიდან მიღებულია მეოთხე ვარიანტიდან. საგაზაფხულო ნათესიდან მიღებულია 5,25 ცენტნერი ჰ-ზე; სანაწვერალო ნათესიდან კი—3,83 ცენტნერი ჰ-ზე, რაც გამოწვეულია მიწის ნარჩენების სასუქის (N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>45</sub>) და ბორის ერთობლივი მოქმედებით. სუფთად ნათესი ლობიოს ყველაზე უხვი მოსავალი (როგორც საგაზაფხულო, ისე სანაწვერალო ნათესში) მოგვცა მერვე ვარიანტმა: საგაზაფხულო ნათესიდან

მიღებულია 11,48 ცენტნერი ჰაზე და სანაწვერალოდან 7,41 ცენტნერი ჰაზე (ეს ვარიანტი განოციერებული იყო  $P_{90}K_{45}$  და ბორის მიკროსასუქით).

ლობიოს მარცვლის სათესლე ღირებების შესასწავლად, როგორც სავაზაფხულო, ისე სანაწვერალო ნათესების პირველი, მეხუთე, მეექვსე და მერვე ვარიანტებიდან ვიღებდით სათესლე ნიმუშს და ვთესავდით ვაზაფხულზე. ცდები ჩავატარეთ 1967 და 1968 წლებში.

აღნიშნული ცდის დაწყების საღარიბეო ფართობი უდრიდა 100 კვ. მეტრს (განმეორება ოთხჯერადი). საცდელ ნაკვეთზე დაცული იყო ავროწყესებით დაწესებული ავროტექნიკა.

ლობიოს მარცვლის მოსავლის აღებისას გამოირკვა, რომ როგორც სიმინდში შეთესილ, ისე სუფთად ნათეს ლობიოს მარცვლის მოსავლიანობა უფრო მეტია სანაწვერალო ნათესის ლობიოს თესლიდან (სავაზაფხულოსთან შედარებით).

განსაკუთრებით გამოირჩევა ამ მხრივ ის ვარიანტები, რომლებიც წინა წელს იყო განოციერებული  $P_{90}K_{45}$  და ბორის მიკროსასუქით. ასე, მაგალითად, თუ სიმინდში შეთესილი ლობიოს მარცვლის მოსავალი სავაზაფხულო თესლიდან მივიღეთ 6,34 ცენტნერი ჰაზე, სანაწვერალო ნათესის სიმინდში შეთესილი ლობიოს თესლიდან მიღებულ იქნა 7,58 ცენტნერი ჰაზე, ხოლო სუფთად ნათესი ლობიოს სავაზაფხულო თესლიდან 12,05 ცენტნერი ჰაზე; სანაწვერალო სუფთად ნათესი ლობიოს თესლიდან კი — 15,0 ცენტნერი ჰაზე.

ამგვარად, ვაზაფხულზე სიმინდში შეთესილი ლობიო უფრო უხვ მოსავალს იძლევა აზოტ-ფოსფორ-კალიუმითა და ბორით განოციერების შემთხვევაში, ხოლო სუფთად ნათესი — ფოსფორ-კალიუმითა და ბორით განოციერებული. მოსავლის მატება, განოციერებულთან შედარებით, პირველ შემთხვევაში უდრის 1,61 ცენტნერს ჰაზე, ხოლო მეორეში — 3,51 ცენტნერს ჰაზე. ფოსფორ-კალიუმით განოციერებამ სიმინდში შეთესილი ლობიოს მოსავალი შედარებით უფრო ნაკლებად (12,3%-ით) გააღიდა, ვიდრე სუფთად ნათესისა (24,3%).

სანაწვერალო ნათესი ლობიოს მარცვლის მოსავალი, სავაზაფხულო ნათესთან შედარებით, როგორც ეს ჩვეულებრივად არის, ცდებშიც ნაკლებია, ხოლო განოციერების მოქმედება აქაც დაახლოებით ისეთივეა, რაც სავაზაფხულო ნათესებში, სახელდობრ, სიმინდში შეთესილი ლობიოს მოსავლიანობა უფრო უხვი სრული სასუქითა და ბორით განოციერებისას მივიღეთ. ბორის მოქმედება ორივე შემთხვევაში საკმაოდ ნათელია.

ლობიოს მარცვლის სათეს თვისებებს როგორც სავაზაფხულო, ისე სანაწვერალო ნათესებში მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს მინერალური სასუქები  $N_{60}$ ,  $P_{90}$ ,  $K_{45}$  და ბორიანი მიკროსასუქის გამოყენება. ამ ვარიანტებში ლობიოს 1000 მარცვლის წონა სავაზაფხულო ნათესში საშუალოდ 286 გ-ს უდრის; სანაწვერალო ნათესში კი — 350 გ-ს.

როგორც გამოკვლევამ დაადასტურა, როცა სათესლედ გამოვიყენეთ ნაწვერალზე ნათესი ლობიოს თესლი, უფრო უხვი მოსავალი მივიღეთ, ვიდრე მასინ, როცა სათესლედ გამოვიყენეთ ვაზაფხულზე ნათესი ლობიოს თესლი. გაუნოციერებელ ვარიანტებზე ორი წლის საშუალო მოსავლის განსხვავება სანაწვერალო ნათესიდან მიღებული თესლის სასარგებლოდ მიუთითებს. ჰექტარზე საშუალოდ სიმინდში შეთესილი ლობიოს მოსავალი 0,85 ც-ს შეად-



გენს, ხოლო სუფთა ნათესისა — 2,42 ცენტნერს; განოციერებულის მოსავალი კი, შესაბამისად — 1,24 და 3,35 ც-ს შეადგენს. ამრიგად, ლობიოს სანაწევროლო ნათესიდან აღებული სათესლე მასალა უკეთესი ღირსებისა და უფრო უხვი მოსავლის მიღებას უზრუნველყოფს, ვიდრე სავაზაფხულო ნათესის მოსავლიდან აღებული თესლი.

საქართველოს სსრ მიწათმოქმედების ინსტიტუტი

(შემოვიღა 20.2.1970)

РАСТЕНИЕВОДСТВО

ბ. ს. ჭაბუკიანი

К ИЗУЧЕНИЮ СЕМЕННОГО КАЧЕСТВА ПОЖНИВНОЙ ФАСОЛИ

Резюме

На основе полевых опытов, проведенных на территории Церованского экспериментального хозяйства Грузинского НИИ земледелия на лугово-коричневой поливной почве с сортом фасоли «Индийская красная», и сопутствующих исследований установлено, что семена фасоли из пожнивных посевов имеют лучшие посевные качества, чем семена, полученные из весеннего посева.

Такое преимущество поживной фасоли объясняется более высоким абсолютным весом и большим содержанием безазотных экстрактивных веществ, что улучшает в посевах фасоли первоначальный рост и развитие растений.

PLANT GROWING

B. S. CHABUKIANI

ON THE STUDY OF SEED QUALITIES OF STUBBLE BEAN

Summary

On the basis of field experiments involving Indian red bean sown in meadow-brown irrigated soil on the farm of the Tserovani Experimental Management of the Georgian Research Institute of Agriculture it has been ascertained that the bean seeds of stubble plantings have better sowing qualities than those obtained from a spring planting. Such superiority of stubble bean is explained by higher absolute weight and greater content of nitrogen-free extract substances, this leading to an improvement of the primary growth and plant development in the bean planting.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ა. ჯაფარიძე. ლობიო. თბილისი, 1962.
2. Л. Л. Декапрелевич. Фасоль. М., 1965.
3. Ш. Ф. Чанишвили. Основы возделывания поживных культур в Грузии, 1952.

Э. Д. ЛОБЖАНИДЗЕ

## ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СВЕТОВОГО РЕЖИМА НА АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ПИХТЫ КАВКАЗСКОЙ РАЗНЫХ ПОКОЛЕНИЙ

(Представлено академиком В. З. Гулисашвили 22.1.1970)

Выдающийся древесиновед С. И. Ванин [1] отмечал, что влияние внешних факторов на анатомическую структуру древесины мало изучено. В настоящее время еще в силе остается и заявление Бюсгена, высказанное им в 1897 г., что в этом направлении мало сделано, хотя внимание исследователей было давно направлено на выяснение зависимости анатомической структуры от окружающей среды. Однако до настоящего времени в горных темнохвойных лесах южной части СССР, в частности в Закавказье, все еще не изучено влияние изменения светового режима, вызываемого воздействием комплексно-выборочных рубок, на анатомическое строение древесины теневыносливых пород по ярусам, хотя эти рубки широко проводятся в разноярусных и разновозрастных елово-пихтовых древостоях [2].

Исследование изменения строения древесины пихты кавказской (*Abies nordmanniana* Spash.) в результате изменения внешних факторов в связи с изреживанием девственного древостоя комплексно-выборочными рубками проводилось в Ахалдабском лесничестве Боржомского лесхоза. Лесоводственно-таксационная характеристика пробных площадей до и после проведения комплексных рубок, а также данные об общем дневном количестве ФАР (фотосинтетическая активная радиация) на контрольной (А) и изреженной рубками (Б) секциях по ярусам приведены в ранее опубликованной нами статье [3].

Для изучения влияния светового режима, измененного комплексными рубками, на анатомическое строение древесины пихты кавказской на секциях А (контрольной) и Б (изреженной комплексными рубками) в 1968 году вырубались по три модельных дерева из каждого яруса. На образцах древесины, взятых из стволов модельных деревьев на высоте 1,3 м, нами микроскопически изучалось изменение ширины годичных колец, процентного содержания поздней древесины, длины и средней толщины стенок трахеид в связи с изменением светового режима [4]. Результаты исследования приведены в таблицах 1 и 2.

Как видно из данных таблицы 1, при улучшении светового режима в результате комплексных рубок на изреженной секции Б вегетационный прирост древесины стал на 16—36,6% больше, чем в период,

предшествовавший рубкам. На контрольной же секции А ширина годичных колец древесины, за исключением деревьев среднего яруса, значительно уменьшается (табл. 1 и рис. 1).

Таблица 1  
Изменение ширины годичного слоя и процентного содержания поздней древесины в годичных кольцах пихты кавказской (1,3 м) в связи с комплексными рубками

Ярусы	Секция А (контрольная)			Секция Б (изреженная комплексными рубками)		
	Ширина годичного слоя в мм и поздняя древесина, в %		Прирост, %	Ширина годичного слоя в мм и поздняя древесина, в %		Прирост, %
	1958-1962 гг.	1963-1967 гг.		до рубок 1958-1962 гг.	после рубок 1963-1967 гг.	
	Изменение ширины годичных колец древесины, мм					
Верхний	2,35	1,96	83,4	2,28	2,65	116
Средний	1,02	1,08	105	0,95	1,26	132,6
Нижний	0,35	0,18	51,4	0,30	0,41	136,6
Подрост	0,18	0,15	83,3	0,21	0,28	133,3
Изменение процентного содержания поздней древесины						
Верхний	32,8	32,5	-0,3	35,0	40,8	+5,8
Средний	35,0	35,6	+0,6	32,4	36,5	+4,1
Нижний	30,7	32,0	+1,3	28,5	32,5	+4,0
Подрост	27,0	25,5	-1,5	29,2	37,0	+7,8

Таблица 2  
Изменение длины и средней толщины стенок трахеид пихты кавказской в связи с комплексными рубками (над чертой—в миллиметрах и микронах, под чертой—в процентах)

Ярусы	Секция А (контрольная)		Секция Б (изреженная комплексными рубками)	
	1957-1962 гг.	1963-1967 гг.	до рубок 1957-1962 гг.	после рубок 1963-1967 гг.
Изменение длины трахеид, мм				
Верхний	3,98	4,08	3,85	4,15
	<u>100</u>	<u>102,5</u>	<u>100</u>	<u>107,7</u>
Средний	3,56	3,62	3,65	4,0
	<u>100</u>	<u>101,6</u>	<u>100</u>	<u>109,5</u>
Нижний	2,85	3,0	2,70	3,28
	<u>100</u>	<u>105,2</u>	<u>100</u>	<u>121,4</u>
Подрост	2,08	1,96	1,95	2,25
	<u>100</u>	<u>94,2</u>	<u>100</u>	<u>115,3</u>
Изменение средней толщины стенок трахеид, мк				
Верхний	5,5	5,7	5,8	6,4
	<u>100</u>	<u>103,6</u>	<u>100</u>	<u>110,3</u>
Средний	5,0	4,7	4,6	6,1
	<u>100</u>	<u>94</u>	<u>100</u>	<u>132,6</u>
Нижний	4,0	3,8	3,8	4,5
	<u>100</u>	<u>95</u>	<u>100</u>	<u>118,4</u>
Подрост	4,0	3,2	4,5	4,8
	<u>100</u>	<u>80</u>	<u>100</u>	<u>106,6</u>

Данные таблицы 1 показывают также, что на контрольной секции процентное содержание поздней древесины уменьшается на 0,3—1,5% или же незначительно (на 0,6—1,3%) увеличивается, тогда как на изреженной рубками секции процент поздней древесины только увеличивается: у деревьев верхнего яруса на 5,8%, среднего — на 4,1%, нижнего — на 4,0%, а у подроста — на 7,8% (рис. 1).

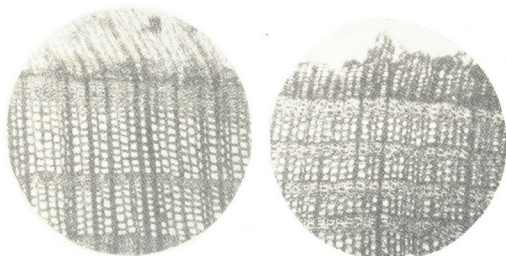


Рис. 1. Строение годичного слоя пихты кавказской нижнего яруса на изреженной комплексными рубками (слева) и на контрольной (справа) секциях (Увел. 90×)

Как показывают данные таблицы 2, на контрольной секции в 1963—1967 гг. длина трахеид деревьев верхнего, среднего и нижнего ярусов незначительно (на 1,6—5,2%) увеличивается, а у подроста уменьшается на 5,8%, тогда как на изреженной комплексными рубками секции после рубок (1963—1967 гг.) длина трахеид увеличивается у деревьев пихты верхнего яруса на 7,7%, среднего — на 9,5%, нижнего — на 21,4%, а у подроста — на 15,3%.

Средняя толщина стенок трахеид у деревьев пихты всех ярусов (за исключением деревьев верхнего яруса) в 1963—1967 гг. на контроле значительно уменьшается (табл. 2), тогда как из изреженной комплексными рубками секции в результате изменения светового режима средняя толщина стенок трахеид увеличивается у деревьев верхнего яруса на 10,3%, среднего — на 32,6%, нижнего — на 18,4%, а у подроста — на 6,6%.

Шульце-Девниц [5], изучивший в Западных Бескадах в разновозрастном (85—160 лет) елово-пихтовом лесу на высоте ствола 1,3 м влияние положения дерева на ширину годичного кольца и величину анатомических элементов, отмечает, что у господствующих деревьев, по сравнению со средними, наблюдается увеличение диаметра ранних трахеид. Диаметр трахеид поздней древесины и толщина их стенок, по указаниям Шульце-Девниц, не связаны с положением дерева. Однако наши исследования показали, что изменение средней толщины стенок трахеид вызвано в основном изменением толщины стенок поздних трахеид, которая в зависимости от положения дерева в древостое варь-

ირუთ 3,5 до 10—11,2 мк, тогда как толщина стенок ранних трахеид у деревьев пихты всех ярусов изменяется в пределах 2—3,2 мк.

Таким образом, в результате улучшения светового режима вследствие комплексных рубок в разновозрастном елово-пихтовом фитоценозе, у деревьев пихты всех ярусов, а также подраста, увеличивается годичный прирост древесины, процентное содержание поздней древесины, длина и толщина стенок трахеид, что приводит к увеличению количества и улучшению качества древесины пихты.

Тбилисский институт леса

(Поступило 23.1.1970)

მეცნიერება

ელ. ლობჯანიძე

სინათლის რეჟიმის ცვლილების გავლენა სხვადასხვა თაობის აპვანისური სოჭის მირქნის ალნაგობაზე

რეზიუმე

ნაირხნოვან ნაძვნარ-სოჭნარ კორომებში კომპლექსურ-ამორჩევითი ჭრებით გამოწვეული ვარემო ფაქტორების შეცვლის შედეგად ჭრების ჩატარებიდან პირველი ხუთი წლის განმავლობაში იზრდება გამომწიწულ ფართობზე დატოვებული სხვადასხვა თაობის (სართულის) სოჭის მერქნის წლიური რგოლების სიგანე — 16—37%-ით, გვიანა მერქნის შემცველობა წლიური რგოლებში — 4—8%-ით, ტრაქეიდების საშუალო სიგრძე — 8—21%-ით, სისქე — 6—32%-ით, რითაც იზრდება ნაირხნოვანი ნაძვნარ-სოჭნარი კორომების წარმადობა და უმჯობესდება მერქნის ხარისხი.

FORESTRY

E. D. LOBZHANIDZE

## EFFECT OF PHOTIC CONDITION CHANGE ON THE ANATOMICAL WOOD SUBSTANCE STRUCTURE OF NORDMANN-FIR OF VARIOUS GENERATIONS

Summary

The change of the anatomical structure of fir wood substance of different layers in connection with the change of environmental factors caused by complex selection felling have been investigated. During the first five years after such felling in uneven-aged and different-layer spruce and fir forest, as a result of changed photic condition and according to tree location in the stock, an increase was found in: the width of annual rings by 16-37%, the late wood content in the annual rings by 4-8%, the mean length of tracheids by 8-21%, the mean thickness of tracheid walls by 6-32%. All this leads to an increase of the quantity and improvement of the quality of Nordmann-fir wood.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. И. Ванин. Древесноедение. Л., 1940.
2. В. З. Гулисашвили. Горное лесоводство. М.—Л., 1956.
3. Э. Д. Лобжანიძე. Сообщения АН Грузинской ССР, 56, № 1, 1969.
4. А. А. Яценко-Хмельевский. Основы и методы анатомического исследования древесины. М.—Л., 1954.
5. С. Schultze-Devitz. Arch. Forstw., 6, № 1, 1957.

Г. Е. ГВАЛАЗЕ

## К ИЗУЧЕНИЮ ПОЛИЭМБРИОНИИ У *ALLIUM* *SCHOENOPRASUM* L.

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Л. Декапрелевичем 11.2.1970)

Явление полиэмбрионии, наблюдающееся у некоторых представителей цветковых растений, в роде *Allium* неоднократно описывалось различными исследователями.

Как показали наши исследования, к числу видов рода *Allium*, которые проявляют склонность к полиэмбрионии, необходимо отнести и *Allium schoenoprasum*.

У *Allium schoenoprasum* довольно часто одна из синергид (рис. 2), а иногда и обе (рис. 1) не отличимы по своей структуре от яйцеклетки.

У *Allium schoenoprasum* развитие добавочного зародыша мы наблюдали из яйцеклеткоподобной синергиды (рис. 4).

Каково же происхождение синергидного зародыша?

Е. Н. Герасимов-Навашин [1], наблюдавшая развитие синергидных зародышей лишь при наличии в зародышевом мешке избыточных спермиев, считает возможным возникновение зародышей в результате оплодотворения синергиды добавочным спермием.

Купер [2] при изучении полиэмбрионии у лилий и табака оригинально подошел к решению данного вопроса. Измеряя ядра в клетках зародышей, возникших из яйцеклетки и из синергиды и сравнивая их величины, он заметил, что объем ядер синергидного зародыша приблизительно вдвое меньше яйцеклеточного. Это побудило его считать, что яйцеклеточный зародыш является результатом оплодотворения, синергидный же — апогамный. В данном случае, как видно из рис. 7, в целях установления генезиса синергидного зародыша, можно было использовать и объем клеток.

Н. Л. Беликова [3] при рассмотрении генезиса яйцеклеточных и синергидных зародышей у *Phaseolus vulgaris* применила метод Купера и также измеряла ядра (нам непонятно, на каком основании некоторые исследователи, напр. Р. К. Беридзе [4], отрицают факт измерения ядер, проводимые Н. Л. Беликовой). «Измерения ядер обоих зародышей показали, что они имеют одинаковую, примерно, величину» [3], в результате чего Н. Л. Беликова заключает, что оба зародыша развились путем оплодотворения (рис. 5, 6).

Но можно ли считать вывод Н. Л. Беликовой достоверным?



Рассматривая рисунки Н. Л. Беликовой (рис. 5, 6) приходится в этом сомневаться. По нашему мнению, рисунки показывают типичную картину партеногенеза: апомиктический эндосперм значительно отстает в развитии от зародыша; эндосперм (рис. 5) возникает из нижнего полярного ядра, а верхнее, которое автор принимает за эндоспермальное, лежит под яйцеклеточным зародышем. Зародыши, как яйцеклеточный, так и синергидный, не являются продуктом оплодотворения.

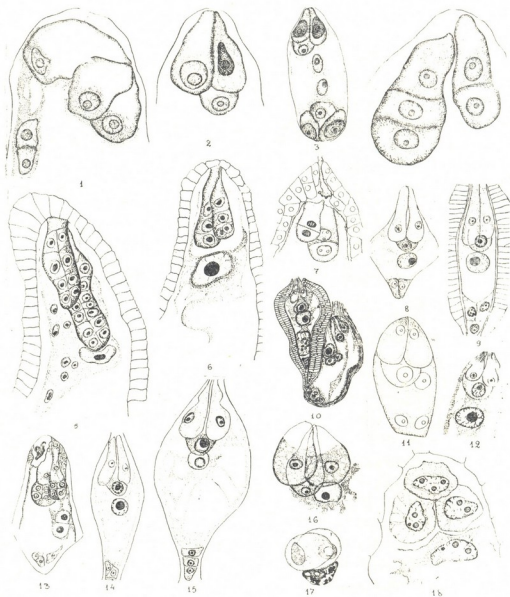


Рис. 1, 2, 3, 4—*Allium schoenoprasum*; 5, 6—по Беликовой, 1952; 7—по Куперу, 1943; 8—16—по Поддубной-Ариольди, 1964; 17—по Романову, 1961; 18—по Герасимовой-Навашиной, 1962

Вышеприведенный факт указывает на необходимость довольно осторожного применения метода Купера. Для правильного определения генезиса добавочных зародышей мы считаем целесообразным довольно подробно остановиться на некоторых фактах, имеющих непосредственное отношение к методу Купера. Это необходимо, так как дан-

ный вопрос имеет определенный теоретический интерес и ранее никем не рассматривался.

1. Известно, что объем ядер находится в определенной зависимости от их плоидности. Но не всегда. Именно, в зародышевом мешке цветковых особенно наглядно видно, что равноплоидные ядра часто неравновелики. Так, несмотря на одинаковую плоидность элементов яйцевого аппарата «яйцеклетка обычно крупнее синергид и имеет более крупное ядро» ([5], рис. 8—12, 14, 15). Более того, в зародышевом мешке типа *Fritillaria* иногда верхнее гаплоидное полярное ядро больше нижнего триплоидного, тогда как нижнее, исходя из плоидности, должно было бы превосходить верхнее в три раза ([5], рис. 17). В редких случаях ядро синергиды превосходит ядро яйцеклетки ([5], рис. 3, 16) и это положение сохраняется в случаях их морфо-физиологической однородности (рис. 2). Но если ядра яйцеклетки и синергиды неравновелики, становится ясным, что метод Купера для установления генезиса развитых из них зародышей, неприемлем. В нашем случае, в начале же, синергидное ядро больше яйцеклеточного (рис. 2). Таким образом, оплодотворение могло привести к увеличению ядра яйцеклетки до размеров синергидного, вследствие чего ядра истинного и синергидного зародышей могут оказаться равновеликими, несмотря на то что один из зародышей—продукт оплодотворения, а второй — апогамный. Метод Купера в данном случае нас мог подвести.

2. Как известно, упомянутый метод Купера был применен к ядрам зародышей *Lilium* и *Nicotiana*. В работе [5] приводятся данные по *L. martagon* и это не случайно. Известно, что у представителей лилейных элементы яйцевого аппарата малодифференцированы: равноплоидные яйцеклетка и синергиды морфологически и по размерам не отличаются друг от друга (рис. 18). Поэтому, в данном случае, когда ядра апогамных синергидных зародышей равны половине ядер зиготных зародышей, метод Купера можно уверенно использовать. И следует подчеркнуть, что сам Купер применял свой метод именно в подобных случаях.

3. Но можно ли применить метод Купера в тех случаях, когда ядра синергидных и яйцеклеточных зародышей равновелики? Видимо, нет. Индуцированная редупликация хромосом в ядре синергиды может уравнять ядра зиготического и апогамного синергидного зародышей.

4. Наследственные апомикты, как известно, характеризуются выпадением мейоза при макроспорогенезе, вследствие чего развиваются диплоидные зародышевые мешки. В таких зародышевых мешках зародыши образуются партеногенетически, без оплодотворения. В подобных случаях ядра истинных и синергидных зародышей равновелики. И тут подход Купера не пригоден, так как равновеликость ядер не имеет никакой связи с половым актом (рис. 13).

5. Так же не связана с оплодотворением равновеликость ядер настоящих и синергидных зародышей при индуцированном партеногенезе.

Ядра и в этом случае равновелики, будь то гаплоидные или диплоидные (если имеет место редупликация хромосом) зародыши.

Все вышесказанное дает нам основание сделать вывод, что метод Купера не является надежным критерием для выявления природы синергидного зародыша вообще. В частности, в роде *Allium*, где довольно распространены явления нередуцированного партеногенеза, где ядра синергиды и яйцеклетки неравновелики, а также не исключены случаи индуцированной редупликации хромосом в ядрах синергиды, метод Купера просто неприемлем. Современный уровень исследований подсказывает, что необходимо по новому истолковывать явления и осторожно, с учетом всего арсенала знаний применить старые методы во избежание ошибок и неточностей при вынесении основных выводов. Уже хорошо известно, что оплодотворение не только способствует гетерозиготности формирующихся организмов, но и стимулирует к развитию неоплодотворенные семяпочки. По нашему мнению, именно такой случай описывает Н. Л. Беликова у *Phaseolus vulgaris* [3]. Мы полагаем, что у *Allium schoenoprasum* склонность синергид к развитию добавочных зародышей является именно результатом стимуляции партеногенеза процессами эмбриогенеза в соседних зародышевых мешках, на что, к сожалению, некоторые исследователи [3, 4] не обращают должного внимания.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт ботаники

(Поступило 12.2.1970)

ბოტანიკა

ბ. ლვალაძე

*ALLIUM SCHOENOPRASUM* L.-ში პოლიემბრიონიის შესწავლისათვის  
რეზიუმე

*Allium schoenoprasum* L.-ში სინერგიდები ხშირად კვერცხუჯრედს ემსგავსება. ჩანასახის განვითარება შეენიშნეთ ამგვარი სინერგიდიდან. ჩვენი აზრით, სინერგიდული ჩანასახი ინდუციოებული პართენოგენეზის შედეგია.

BOTANY

G. E. GVALADZE

ON THE STUDY OF POLYEMBRYONY IN *ALLIUM SCHOENOPRASUM* L.

Summary

The synergids and the central antipodal in *Allium schoenoprasum* L. often resemble the egg cell. Development of an additional embryo was noted from such an ovule synergid. In the writer's view the synergid embryo is the result of induced parthenogenesis.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. Н. Герасимова-Навашина. La Cellule, XLII, 1, 1933.
2. D. C. Cooper. Amer. Journ. Bot., 30, 1943.
3. Н. Л. Беликова. Бюлл. Моск. о-ва исп. природы, отд. биол., т. LVII, 5, 1952.
4. Р. К. Беридзе. Труды Ин-та ботаники, т. XXVI, вып. 3, 1969.
5. В. А. Поддубная-Ариольди. Общая эмбриология покрытосеменных. М., 1964.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

А. С. МАЧАВАРИАНИ

ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОКОРТИКО- И ЭЛЕКТРОСУБКОРТИКО-  
ГРАММЫ КРОЛИКОВ ПРИ ВНУТРЕННЕЙ ИНЪЕКЦИИ  
ПРЕПАРАТА № 1566

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Ониани 14.1.1970)

Экспериментальные исследования, проведенные на кроликах и кошках, показали, что синтетический препарат № 1566 обладает выраженным коронарно-расширяющим действием, малотоксичен и обладает широтой терапевтического действия [1—2]. Вместе с тем, фармакологическое испытание препарата на животных выявило отсутствие у препарата холинолитического действия, хотя при терапевтических дозах наблюдается выраженное седативное действие [1]. При дозах 25 мг/кг у кроликов и 200 мг/кг у кошек проявляется возбуждающее действие препарата, а при больших дозах развиваются клонические судороги разной степени тяжести вплоть до гибели животных. Однако этот вопрос не был подвергнут детальному нейрофизиологическому изучению. Учитывая изложенное, представляет определенный интерес исследование действия препарата на электрическую активность мозга.

Опыты проводились на кроликах породы шиншилла, весом 3—3,2 кг. За одну-две недели до опыта животным производилось стереотоксическое вживление серебряных электродов в стеклянной изоляции в следующие структуры: передний гипоталамус, ретикулярная формация среднего мозга, гиппокамп, первичная и вторичная зрительная область коры, соматосенсорная и димбическая кора. На голове животных при помощи бутакрила фиксировался многоконтактный миниатюрный разъем. Электрическая активность мозга регистрировалась на 15-канальном японском энцефалографе фирмы «Сони». Электрокортикограммы и электросубкортикограммы подвергались частотному и амплитудному анализу в следующем диапазоне частот: 2—4 гц (дельта), 4—8 гц (тета), 8—13 гц (альфа), 13—20 гц (Бета-I) и 20—30 гц (Бета-II). Анализ изменений средних значений относительных величин, интегрированных амплитудных значений отдельных частотных компонентов за 1—2 мин при времени анализа 5 и 10 сек, производился на основании критериев параметрической и непараметрической статистики. Опыты проводились в лаборатории радиационной физиологии АН ГССР; детальное описание методических приемов комплексного исследования приведены в работе [3].



Исучаемые тесты наблюдались и регистрировались непрерывно в течение первых 20 мин, а затем через каждые 10—30 мин в течение 3—4 часов.

В контрольных опытах производились инъекции физиологического раствора, а наблюдение проводилось по той же программе, что и в опытах с инъекцией препарата.

При внутренией инъекции препарата в дозе 20 мг/кг резких изменений электрической активности мозга в вышеуказанных его отделах не отмечается. Однако при тщательном анализе фоновой и вызванной электрической активности мозга выявляются отчетливые изменения: уже через 3—5 мин после инъекции препарата в дозе 20 мг/кг наблюдается статистически достоверное уменьшение активности низкочастотных (дельта, тета и альфа) и увеличение высокочастотных (бета-I и бета-II) компонентов в RF. Через 20—40 мин наблюдается обратная картина — имеет место заметный рост вклада низкочастотных и уменьшение вклада высокочастотных компонентов в суммарную субкортикальную область.

Лишь через 2—2,5 часа после инъекции наблюдается восстановление исходного состояния. Изменения ЭЭГ других изученных областей мозга, особенно в корковых структурах, за исключением переднего гипоталамуса, происходят в соответствии с изменением электрической активности в RF.

В переднем гипоталамусе амплитуда низкочастотных колебаний сразу после инъекции препарата уменьшается не так отчетливо, как в RF. Однако через 10—20 мин после введения препарата, также наблюдается ее увеличение. Более того, в отличие от RF и проекционных корковых областей, высокочастотные компоненты электрической активности в переднем гипоталамусе вовсе не уменьшаются, а увеличение происходит постепенно и на более длительный срок; вместе с тем, фазы депрессии, как это имеет место в других областях, не наблюдаются. Это позволяет предположить, что препарат проявляет определенное специфическое действие на структуры переднего гипоталамуса. Сравнение опытных и контрольных данных позволяет заключить, что после кратковременного возбуждающего действия препарата при дозе 20 мг/кг наблюдается более продолжительный выраженный седативный эффект.

При инъекции препарата в дозе 40 мг/кг начальное активирующее действие такое же, как при дозе 20 мг/кг, но через 3—5 мин появляются отдельные острые волны, частота которых увеличивается, в интервале 5—10 мин после инъекции отчетливо выявляются электрофизиологические проявления нерезко выраженных клонических и тонических судорог, с последующим развитием постконвульсивной депрессии.

Нами были изучены фрагменты записей ЭЭГ до введения препарата и после появления признаков судорожной активности.

Судороги периодически повторяются, а продолжительность постконвульсивной депрессии растет. Лишь через 3—4 часа после инъекции 40 мг/кг препарата электрическая активность в изученных отделах моз-



გა ნაკლებად ნორმალიზირდება. ოდნავ რაოდენობით ანალიზის საშუალო მნიშვნელობები დასტურდება. ოდნავ რაოდენობით ანალიზის საშუალო მნიშვნელობები დასტურდება.

Тбилисский государственный институт  
усовершенствования врачей

(Поступило 22.1.1970)

აღაზიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ა. მაჩავარიანი

ბაჰიმივის ელექტროკორტიკო- და ელექტროსუბკორტიკოგრამის  
ცვლილებები № 1566 პრეპარატის შინაბანი შეყვანისას

რ ე ზ ი მ ე

შესწავლილია ბაჰიმივის თავის ტვინის ელექტრული აქტივობა პრეპარატ № 1566 ინტრავენური შეყვანის გავლენით. ვერცხლის ელექტროდები მინის იზოლაციით სტერეოტაქსიკურად ჩანერგულ იქნა ქერქისა და ქერქქვეშა წარმონაქმნების სხვადასხვა უბნებში. ელექტროკორტიკოგრამა და ელექტროსუბკორტიკოგრამა გაანალიზებულ იქნა სისწორისა და ამპლიტუდის მიხედვით. გამოწვეული ელექტრული აქტივობის შესწავლის საფუძველზე, დადგინდა, რომ პრეპარატის მოქმედება 20 მგ/კგ დოზით, ხანმოკლე საწყისი აგზნების შემდეგ, იწვევს კარგად გამოხატულ ხანმოკლე სედატიურ ეფექტს. პრეპარატის 40 მგ/კგ დოზის ინექცია საწყისი აგზნები მოქმედების შემდეგ წარმოშობს სისწორეში თანდათან მზარდ მახვილ ტალღებს, რომლებიც პერიოდულ განმეორებად კრუნჩხვით აქტივობაში გადაიზრდება შემდგომი პოსტკონვენუსული დეპრესიის განვითარებით. ჩვენი ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე პრეპარატი № 1566 გარკვეულ დოზებში შეიძლება ეხმაროს გულ-სისხლძარღვთა ზოგიერთი დაავადების დროს.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

A. S. MACHAVARIANI

THE CHANGES OF ELECTROCORTICO- AND ELECTROSUBCORTICO-  
GRAMS OF RABBITS SUBSEQUENT TO INTRAVENOUS  
INJECTION OF DRUG № 1566

Summary

The influence of intravenous injection of drug № 1566 on the EEG of rabbits was studied. Silver electrodes isolated with glass were implanted stereotaxically into different subcortical structures and the cortex. The frequency and amplitude analysis of electrocortico- and electrosu-



tory action results in the appearance of sharp waves, gradually increasing in frequency and transforming into a periodically repeated convulsive activity, with subsequent development of postconvulsive depression.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. С. Мачавариани, Р. А. Алексанян, С. С. Василян. Сообщения АН ГССР, 43, № 2, 1966, 523—526.
2. К. Ш. Надарейшвили. Вопросы влияния ионизирующего излучения на сердечно-сосудистую систему. Тбилиси, 1966.

ალამინისა და ცხრმელთა ფიზიკოლოგია

ბ. მონიავა, ს. ტიჩინაძე

თალამუსის არასპეციფიკური ბირთვების დაზიანების გავლენა  
ქმრის ასოციაციური პასუხების წარმოშობაში

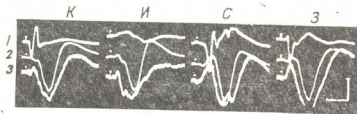
(წარმოადგენს აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ს. ნარიკაშვილმა 22.1.1970)

აღრე ჩვენ ვსწავლობდით [1] თალამუსის სპეციფიკური ბირთვების დაზიანების გავლენას ასოციაციურ პასუხებზე. ჩვენ იმ დასკვნამდე მივედით, რომ ასოციაციური პასუხების აღმოცენება უპირველესად ყოვლისა დაკავშირებული უნდა იყოს სპეციფიკურ აფერენტულ სისტემასთან. ასეთივე აზრი იქნა გამოთქმული სხვა მკვლევარების მიერ [2—4]. ამასთან, ცნობილია, რომ თავის ტვინის ქერქის ასოციაციურ უბანში აღძრული პოტენციალების გადამცემ რელეს უნდა წარმოადგენდეს არასპეციფიკური ბირთვები [5, 6]. როგორც ჩანს, ასოციაციური პასუხების წარმოშობაში თავის ტვინის სხვადასხვა სტრუქტურების მონაწილეობის შესახებ ერთიანი აზრი არ არსებობს. აქედან გამომდინარე, ჩვენთვის საინტერესო იყო შევეცდინათ თალამუსის ზოგიერთი არასპეციფიკური ბირთვის (კერძოდ, შუა ბირთვის, CM) დაზიანების გავლენა ასოციაციურ პასუხებზე.

ცდები ჩავატარეთ დანარკოვებულ (ქლოროზა 70 მგ/კგ) კატებზე. თალამუსის შუა ბირთვს ვაზიანებდით ელექტროლიზურად (3 მა, 30 წამის განმავლობაში). ერთმანეთს ვედარებდით სხვადასხვა მოდალობის პერიფერიული გალიზიანების საპასუხოდ აღძრულ ელექტრულ პოტენციალებს (როგორც პირველადს, ისე ასოციაციურს) თალამუსის შუა ბირთვის დაზიანებამდე და დაზიანების შემდეგ. თავის ტვინის ქერქის ზედაპირიდან (სუპრასილივიური ხვეულის შუა და ლატერალური ხვეულის წინა ნაწილებიდან) პოტენციალებს აღვრიცხავდით მონოპოლარულად. პოტენციალებს ვიწერდით ხუთსხივიან კათოდურ ოსცილოგრაფზე. თალამუსის შუა ბირთვს ვალიზიანებდით სწორკუთხოვანი იმპულსებით (0,2—0,5 მსეკ) ბიპოლარული ელექტროდების საშუალებით (მანძილი 0,5—1 მმ), რომელთა ორიენტაციას ვახდენდით სტერეოტაქსიკური ხელსაწყოთი. თალამუსის როგორც დაზიანების, ასევე გალიზიანების ადგილს ცდის შემდეგ ვამოწმებდით ანატომიურად. ცდებს ვიწყებდით ოპერაციის დამთავრებიდან 2 საათის შემდეგ.

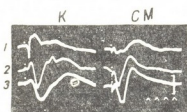
როგორც ჩვენმა ცდებმა გვიჩვენა, სხვადასხვა პერიფერიული გალიზიანების საპასუხოდ თალამუსის შუა ბირთვში აღმოცენებული პასუხები თავის ფორმით, ნიშნით და მიმდინარეობით ძალიან წააგავს თავის ტვინის ქერქის ასოციაციურ უბანში აღმოცენებულ პოტენციალებს. ასე, მაგ., სურ 1-ზე ნაჩვენებია კონტრა- (K) და იპსილატერალური (I) წინა თათის კანის, სინათლისა (C) და ბერითი (3) გალიზიანების საპასუხო პოტენციალები ქერქის შესაბამის საბროექციო უბანში [1], სუპრასილივიურ ხვეულში [2] და თალამუსის შუა ბირთვში [3]. კარგად ჩანს, რომ თალამუსის შუა ბირთვში, ასოციაციური ქერქის ანალოგიურად, პასუხები აღმოცენდება სხვადასხვა მოდა-  
13. „მომავლ“, ტ. 58, № 1, 1970

ლობის პერიფერიულ გაღიზიანებაზე. ამავე დროს მათი ხანგრძლივობა თითქმის ისეთივეა, როგორც ასოციაციური პასუხებისა. რაც შეეხება ფარულ პერიოდს, იგი, როგორც მოსალოდნელი იყო, შედარებით მცირეა, ვიდრე ასოციაციური ქერქის პასუხების ფარული პერიოდი, მაგრამ უფრო ხანგრძლივი, ვიდრე პირველადი პასუხებისა.



სურ. 1. თავის ტვინის ქერქისა და თალამუსის შუა ბირთვიში აღძრული საპასუხო ელექტრული პოტენციალები სხვადასხვა პერიფერიულ გაღიზიანებაზე. ოსცილოგრამები: K და H—კონტრა- და იმპულსატორალური წინა თათის კანის ელექტრულ გაღიზიანებაზე; C—სინათლეზე, Z—ბგერაზე; 1—ქერქის საპროექციო უბნები; 2—სუპრასილივური ხეველის შუა ნაწილის წინა უბანი; 3—თალამუსის შუა ბირთვი. კალიბრაცია: ამპლიტუდა—0,5 მვ; დრო—40 მსეკ.

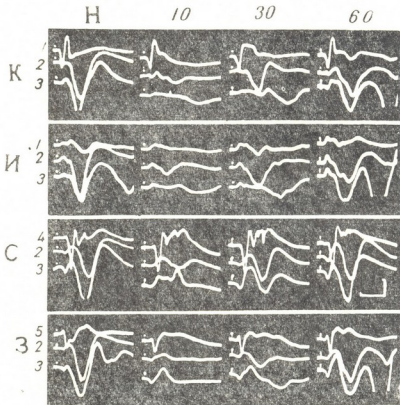
თალამუსის ამავე არასპეციფიკური ბირთვის გაღიზიანებისას ქერქის ასოციაციურ უბნებში აღმოცენდება პერიფერიული გაღიზიანებით გამოწვეული ასოციაციური პასუხის მსგავსი პოტენციალები, მაგრამ მოკლე ფარული პერიოდით და შედარებით მოკლე ხანგრძლივობისა. ასეთი მაგალითი ნაჩვენებია სურ. 2-ზე. სურათის მარცხენა ოსცილოგრამაზე (K) ნაჩვენებია კონტრალატორალური წინა თათის კანის გაღიზიანებით მიღებული პირველადი (1) და ასოციაციური (2, 3) პასუხები; ხოლო მარჯვენა ოსცილოგრამაზე (CM) — თალამუსის შუა ბირთვის გაღიზიანების ეფექტები იმავე უბნებში.



სურ. 2. თალამუსის შუა ბირთვის გაღიზიანების საპასუხოდ თავის ტვინის ქერქში აღმოცენებული პოტენციალები. K—კონტრალატორალური თათის კანის გაღიზიანება; CM—შუა ბირთვის გაღიზიანება; კალიბრაცია: ამპლიტუდა—0,5 მვ; დრო—40 მსეკ.

თალამუსის შუა ბირთვის დაზიანების შედეგები ნაჩვენებია სურ. 3-ზე. H-ით აღნიშნულ ოსცილოგრამათა ვერტიკალურ რიგში ნაჩვენებია სხვადასხვა პერიფერიული გაღიზიანების (აღნიშვნები ისეთივეა, როგორც სურ. 1-ზე) საპასუხოდ აღძრული პირველადი და ასოციაციური პასუხები, შუა ბირთვის დაზიანებამდე. 10-ით აღნიშნულ ვერტიკალურ რიგში წარმოდგენილია ისეთივე გაღიზიანებების ეფექტი, შუა ბირთვის დაზიანებიდან 10 წუთის შემდეგ. სურათიდან ნათლად ჩანს, რომ შუა ბირთვის დაზიანების შემდეგ ქერქის ასოციაციური პასუხები აღარ აღიმგროს არც ერთ გაღიზიანებაზე. ამასთან ერთად აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ პირველადი პასუხები შესაბამის პერიფერიულ გაღიზიანებაზე აღმოცენდება თითქმის უცვლელად, ყველა საპროექციო ზონაში. შუა ბირთვის დაზიანებიდან 30 წუთის გავლის შემდეგ (30) ხდება ასოციაციური პასუხების თანდათანობითი აღდგენა, ხოლო დაზიანები-

დან 60 წუთის (60) შემდეგ ასოციაციური პასუხები ყველა გალიზიანებაზე და ყველა უბანში უკვე თითქმის მთლიანად აღდგენილია.



სურ. 3. თალამუსის შუა ბირთვის დაზიანების გავლენა ასოციაციურ პასუხებზე. H-ით აღნიშნულ ვერტიკალურ რიგში წარმოდგენილია პასუხები შუა ბირთვის დაზიანებამდე; 10—დაზიანებიდან 10 წუთის შემდეგ; 30—დაზიანებიდან 30 წუთის შემდეგ; 60—დაზიანებიდან 60 წუთის შემდეგ; K და H—პასუხები კონტრა- და იპსილატერალური თათის კანის გალიზიანებებზე; C—პასუხები სინათლეზე, 3—პასუხები ბერაზე. 1—4—5—ქერქის შესაბამისი პირველადი უბნებიდან გამოტანილი პასუხები, 2—3—ასოციაციურ უბნებიდან (შუა სუპრასილვერი ხვეულის წინა და უკანა უბნები). კალიბრაცია: ამპლიტუდა—0,5 მვ; დრო—40 მსეკ.

თალამუსის შუა ბირთვის დაზიანების შედეგად ყველა მოდულობის პერიფერიულ გალიზიანებაზე ასოციაციური პასუხების მოსპობა (მაშინ როდესაც პირველადი პასუხები უცვლელია) მიუთითებს იმაზე, რომ ასოციაციური პასუხების წარმოშობაში თალამუსის არასპეციფიკურ ბირთვებს გარკვეული მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Э. С. МОНИАВА, А. С. ТИМЧЕНКО

 ВЛИЯНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ТАЛАМИЧЕСКИХ  
 НЕСПЕЦИФИЧЕСКИХ ЯДЕР НА ПРОИСХОЖДЕНИЕ  
 АССОЦИАТИВНЫХ ОТВЕТОВ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА

## Резюме

У хлоралозных кошек после электрокоагуляции неспецифического таламического ядра (срединного центра) устранялись ассоциативные ответы (АО) на все периферические раздражения при сохранении всех первичных ответов без изменений. Полное восстановление АО отмечается через 60 минут после повреждения. На основании полученных данных следует заключить, что в происхождении АО принимают участие также таламические неспецифические ядра.

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

E. S. MONIAVA, A. S. TIMCHENKO

 EFFECT OF LESION OF THE THALAMIC NON-SPECIFIC NUCLEI  
 ON THE CORTICAL ASSOCIATIVE RESPONSES

## Summary

In cats anaesthetized with chloralose after electrocoagulation of the non-specific thalamic nucleus (median centre) the associative responses (ARs) to all peripheral stimuli were eliminated, though the primary responses remained unchanged. Complete recovery of ARs was noted 60 minutes after the lesion. On the basis of these data it should be concluded that non-specific thalamic nuclei structures also take part in the origin of ARs.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ე. მონიავა, ა. ტიმჩენკო. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 56, № 1, 1969, 205.
2. K. Bignall, M. Imbert, P. Busser. J. Physiol. (Paris), 56, 1964, 295.
3. K. Bignall, M. Imbert, P. Busser. J. Neurophysiol., 29, 1966, 396.
4. С. П. Нарикашвили, Д. В. Каджая и А. С. Тимченко. ЖВНД, 18, 1968.
5. D. Albe-Fessard, A. Rougeul. J. Physiol. (Paris), 48, 1957, 442.
6. D. Albe-Fessard, E. Gillett. Electroenceph. Clin. Neurophysiol., 13, 1961.

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

К. В. ЧАЧАВА, М. Г. ДЕВДАРИАНИ, Ю. Д. ЖОРДАНИЯ,  
С. И. ПХАКАДZE

### ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ПЛОДА И НОВОРОЖДЕННОГО ПРИ КЛИНИЧЕСКИ УЗКОМ ТАЗЕ ЭКГ- И ЭЭГ-МЕТОДАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 29.1.1970)

В данной работе нами изучено состояние ц. н. с. плода и новорожденного при функциональной недостаточности таза методом одновременной прямой электрокардиографии и электроэнцефалографии в динамике. Методика одновременной прямой ЭКГ и ЭЭГ плода в родах разработана в электрофизиологической лаборатории НИИ акушерства-гинекологии Минздрава ГССР и впервые применен нами.

Клинический материал в основном представлен в двух группах. В первой группе ЭЭГ и ЭКГ плода и новорожденного изучены при анатомически и функционально узком тазе, когда роды в 22 случаях закончились самопроизвольно, из которых в 17 случаях они протекали по типу равномернообшесуженного таза (сужение I ст., классификация по М. С. Малиновскому); в 5 случаях период конфигурации был характерен для простого плоского таза. В 18 случаях роды закончились по разным акушерским показаниям вакуум-экстакцией, наложением акушерских щипцов и кесаревым сечением.

Во второй группе электрофизиологические исследования производились при тяжелых формах функционально узкого таза, когда роды в 23 случаях закончились Кесаревым сечением, а в I случае — плодоразрушающей операцией.

Там, где роды закончились самопроизвольно, новорожденные по шкале Апгар обычно получали высокую оценку, тогда как детальное неврологическое и ЭЭГ-обследование выявляли у них некоторые, иногда довольно значительные отклонения от нормы. Приводим по отдельным группам характерные ЭЭГ- и ЭКГ-исследования.

Наблюдение I. Срочные первые роды, равномернообшесуженный таз (I ст. сужения, ист. конюгата 9,5 см), I затылочное, передний вид, раннее отхождение околоплодных вод. Запись ЭЭГ и ЭКГ плода производилось в первом периоде родов и периоде конфигурации головки. На рис. 1 приводится ЭЭГ, ЭКГ плода и ЭЭГ новорожденного. А— На ЭЭГ плода регистрируются медленные потенциалы, которые возникают во время конфигурации головки и указывают на изменение функционального состояния ц. н. с. плода. В— На ЭКГ плода патологических изменений нет. С— Спустя 2 часа после рождения на ЭЭГ новорожденного отмечается низкий вольтаж, амплитудная асимметрия в лобно-теменных и теменно-затылочных отведениях в основном за счет пароксизмальной активности, которая возникает в левой гемисфере и представлена медленными полиморфными волнами. Д— На десятый день жизни электрическая активность новорожденного остается низкой. Амплитудная асимметрия выражена в меньшей степени. Обращает на себя внимание рельефность волн длительностью 0,3—1 сек. в левой гемисфере.



Полученные ЭЭГ данные указывают, что преимущественные функциональные изменения локализируются в левом полушарии.

Новорожденные из первой группы, где роды были закончены оперативным путем, по шкале Апгар получали оценку ниже 7 баллов, особенно травмированными были новорожденные там, где в родах отмечалось длительное стояние головки в одной из плоскостей малого таза.

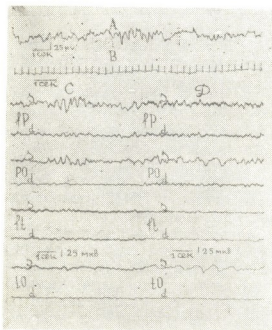


Рис. 1: А—ЭЭГ плода, В—ЭКГ плода в период конфигурации головки, С—ЭЭГ новорожденного спустя 2 часа после рождения, Д—на десятый день после рождения

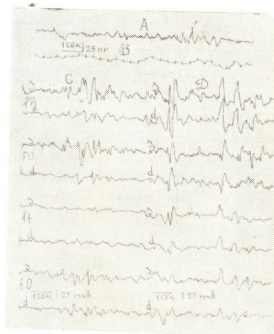


Рис. 2: А—ЭЭГ плода, В—ЭКГ плода до наложения вакуум-экстрактора; С—ЭЭГ новорожденного спустя 2 часа после рождения, Д—на 12-й день после рождения

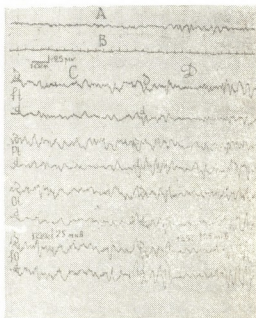
Наблюдение II. Первые срочные роды, простой плоский таз (I ст. сужения, вст. конюгата 9 см), II затылочное, передний вид, раннее отхождение околоплодных вод, низкое поперечное стояние стреловидного шва. Из-за длительного стояния головки плода на дне таза роды закончены вакуум-экстракцией. На рис. 2 приводится ЭЭГ, ЭКГ плода и ЭЭГ новорожденного. А—на ЭЭГ плода, которая записана до наложения вакуум-экстрактора, патология выражена пароксизмальной активностью, представленной сравнительно высокоамплитудными медленными волнами различной формы и длительности, что указывает на гипоксию плода. В—На ЭКГ плода (при расшифровке на скорость 60") частота сердечных сокращений 163 в 1'; комплексе QRS формы qt. Зубец q=2,5 мм; r=2 мм, продолжительность комплекса QRS=0,06", зубец P и T не регистрируются. S—T на изоэлектрической линии. Патологические изменения на ЭКГ указывают на выраженную гипоксию плода. С—Спустя 2 часа после рождения на ЭЭГ новорожденного амплитудная асимметрия в лобно-теменных и теменно-затылочных отведениях ( $s > d$ ) имеется в основном за счет пароксизмальной активности в левой гемисфере. Пароксизмальная активность представлена высокоамплитудными полиморфными, часто заостренными медленными волнами. Локальная патологическая активность, которая регистрируется на фоне двухсторонних изменений, соответствует механизму конфигурации головки при плоском тазе, именно локальная патология выра-

жена в подлежащей теменной доле. Д—на 12-й день во всех отведениях без значительной асимметрии регистрируются частые всплески полиморфных, часто заостренных медленных волн.

Если учесть, что наличие локальной патологической активности на ЭЭГ указывает на поражение соответствующего участка коры головного мозга [1], а двухсторонние изменения в основном обусловлены поражением стволовых структур, такая комбинация патологических изменений является наиболее неблагоприятной.

Безусловно, трудно при оперативных родах дифференцировать патологические изменения п. н. с. новорожденного от тех изменений, которые были до оперативного вмешательства, не патологические изменения на ЭЭГ и ЭКГ плода до оперативного вмешательства и наличие очага патологической активности на ЭЭГ новорожденного при равных формах узкого таза настолько характерны по своей локализации, что во многих случаях представляется возможность судить о наличии изменений, вызванных оперативным вмешательством. Из второй группы рожениц приводим случай клинически узкого таза, где роды закончились кесаревым сечением.

Рис. 3. А—ЭЭГ плода, В—ЭКГ плода до операции, С—ЭЭГ новорожденного спустя 8 часов после рождения, Д—на седьмой день после рождения



Наблюдение III. Повторные срочные роды, крупный плод, переднетеменное вставление, тяжелая форма клинического узкого таза. ЭЭГ и ЭКГ плода записана до операции. На рис. 3 приводится ЭЭГ и ЭКГ плода и ЭЭГ новорожденного. А—На ЭЭГ плода регистрируется пароксизмальная активность, представленная медленными волнами, длительностью 3—4,5 секунды, что указывает на гипоксию плода. В—На ЭКГ плода значительных отклонений от нормы нет. С—На ЭЭГ новорожденного, которая записана через 8 часов после рождения, регистрируются двусторонние изменения в виде амплитудной асимметрии ( $s > d$ ), наличия медленных волн длительностью 1,5—2 сек и заостренных колебаний. На этом фоне особенно четко выступают волны длительностью 0,3—1 сек в левой теменной области, что в данном случае можно объяснить длительным (5 часов) переднетеменным вставлением. Д—Повторное обследование новорожденного на 7-й день жизни обнаруживает частые пароксизмы высокоамплитудных полиморфных, медленных волн, часто имеющих заостренную вершину.

В тех случаях, где при явном функциональном несоответствии операция кесарева сечения была произведена своевременно, новорож-

დენებს იღებდნენ და მათი შედეგები ანალიზდნენ. აღნიშნული მონაცემები დასაბუთებულად ადასტურებს, რომ ნაყოფისა და ახალშობილის ელექტროენცეფალოგრაფიული (ეეგ) შესწავლის შედეგები მიუთითებენ, რომ მშობიარობის მექანიზმის გავლენა ნაყოფისა და ახალშობილის ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციონალურად ვიწრო მენჯის შემთხვევაში, როდესაც ადგილი აქვს კონფიგურაციის პერიოდის გახანგრძლივებას, ან ნაყოფის თავის დიდხანს დგომას ერთ სიბრტყეში.

ნაყოფის ეეგ-ს და ეკგ-ს სინქრონული ჩაწერის ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ნაყოფის ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციონალური მდგომარეობის შეფასებისთვის საუკეთესოა ეეგ მონაცემები.

ნაყოფისა და ახალშობილის ელექტროენცეფალოგრაფიული (ეეგ) შესწავლის შედეგები მიუთითებენ, რომ მშობიარობის მექანიზმის გავლენა ნაყოფისა და ახალშობილის ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციონალურად ვიწრო მენჯის შემთხვევაში, როდესაც ადგილი აქვს კონფიგურაციის პერიოდის გახანგრძლივებას, ან ნაყოფის თავის დიდხანს დგომას ერთ სიბრტყეში.

თბილისის ინსტიტუტი აკუშერა და გინეკოლოგია

(Поступило 30.1.1970)

აღნიშნული და ცხვენის ფიზიოლოგია

ბ. ჩაჩავა, მ. დევდარიანი, ი. შორდანი, ს. ხაკაძე

ნაყოფისა და ახალშობილის ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციონალური მდგომარეობის შეფასება ვიწრო მენჯის შემთხვევაში ეეგ და ეკგ მეთოდით

რეზიუმე

ნაყოფისა და ახალშობილის ელექტროენცეფალოგრაფიული (ეეგ) შესწავლის შედეგები მიუთითებენ, რომ მშობიარობის მექანიზმის გავლენა ნაყოფისა და ახალშობილის ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციონალურად ვიწრო მენჯის შემთხვევაში, როდესაც ადგილი აქვს კონფიგურაციის პერიოდის გახანგრძლივებას, ან ნაყოფის თავის დიდხანს დგომას ერთ სიბრტყეში.

ნაყოფის ეეგ-ს და ეკგ-ს სინქრონული ჩაწერის ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ნაყოფის ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციონალური მდგომარეობის შეფასებისთვის საუკეთესოა ეეგ მონაცემები.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

K. V. CHACHAVA, M. G. DEVDARIANI, Y. D. ZHORDANIA,  
S. I. PKHAKADZE

EEG AND ECG ASSESSMENT OF THE FETAL NEONATAL CNS  
CONDITION IN THE CASE OF FUNCTIONALLY NARROW PELVIS

Summary

The results of fetal and neonatal observations indicate that the influence of the delivery mechanism on the fetal and neonatal CNS is especially traumatic in the case of functional narrow pelvis when the configuration period is protracted or when the fetal head stands on one plane of the pelvis for a long time. Analysis of a simultaneous record of the fetal ECG and EEG indicates that the most valuable information for the assessment of the condition of the fetal CNS is supplied by the EEG.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. Ч. Новикова, Д. А. Фарбер и др. Вест. АМН СССР, 10, 1962, 44—48.

Н. Н. ГЕЛАШВИЛИ, К. М. ДЖЕМУХАДЗЕ

## СОСТАВ КАТЕХИНОВ ВИНОГРАДА «РКАЦИТЕЛИ»

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 16.1.1970)

Давно было замечено, что под влиянием высоких температур катехины претерпевают значительные изменения [1]. Позднее к аналогичным выводам пришли и другие исследователи, работающие с катехинами чайного растения [2, 3], винограда [4] и т. д. Следует отметить, что большинство работ по катехинам растений проводилось на фиксированном при высоких температурах материале. Джемухадзе и Нахмедов, работавшие с нефиксированным материалом, показали, что молодые, быстрорастущие листья чая не содержат (+)-катехина, в то время как в фиксированном при высокой температуре материале он был обнаружен в значительном количестве [5].

Химическая природа дубильных веществ винограда впервые была расшифрована С. В. Дурмишидзе; экспериментально было доказано, что дубильные вещества винограда содержат катехины, галлокатехины и их галлаты [4].

В настоящей работе излагается материал, полученный нами по качественному и количественному составу катехинов в свежих, нефиксированных ягодах винограда.

Виноград сорта «Ркацители» (Гурджаанский район, 1968 г., период полной зрелости) делили на гребни, кожицу и семена, замораживали сухим льдом, измельчали, получали спиртовые экстракты, которые обрабатывали капроновым порошком [6] для удаления веществ мешающих разделению катехинов при хроматографировании на бумаге. Очищенные таким образом экстракты упаривали под вакуумом при 35°C и хроматографировали.

Была проведена идентификация катехинов взятого нами сорта винограда. Для этой цели ставили двумерные хроматограммы. В качестве метчиков использовали кристаллические катехины чая [7]. В работе применяли хроматографическую бумагу «Гознак 110». В качестве первого растворителя брали смесь: п-бутанол, ледяная уксусная кислота и вода (БУВ) (40:12,5:29). Вторым растворителем служила 2%-я уксусная кислота. Для обнаружения катехинов хроматограммы опрыскивали 1%-м раствором ванилина в концентрированной соляной кислоте.

Количественное определение катехинов мы проводили методом, разработанным для чая [8] с той лишь разницей, что вместо радиальной хроматографии применяли одномерную хроматографию на бумаге



«Ленинградская медленная» в системе растворителя БУВ (40:12,5:29). По окончании проявления хроматограмму высушивали, и местоположение катехинов определяли в проходящем ультрафиолетовом свете. Для этой цели служил хемископ Брумберга [9]. Вырезанные участки катехинов элюировали 96%-м этиловым спиртом. Содержание катехинов в элюатах определяли по реакции с ванилиновым реактивом. Интенсивность окраски раствора измеряли в фотоэлектроколориметре системы М. С. Шипалова [10] с синим светофильтром. Показатель колориметра по специальной таблице переводили в величины экстинкции, а затем вычисляли содержание катехинов по пересчетной таблице [11].

В результате проведенных исследований установлено, что в семенах винограда содержатся (+)-катехин, (—)-эпикатехин, (—)-эпикатехингаллат и четыре неизвестных пятна, дающих с ванилиновым реактивом характерное для катехинов окрашивание.

В состав катехинов гребней входят (+)-катехин, (—)-эпикатехин, (+)-галлокатехин, (—)-эпикатехингаллат и неидентифицированное вещество фенольной природы (рис. 1).

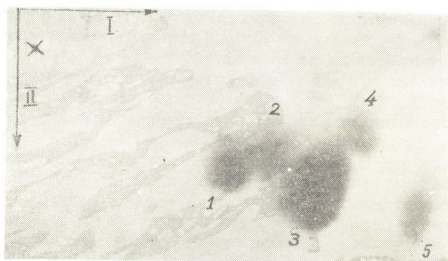


Рис. 1. Двумерная хроматограмма катехинов гребней винограда: 1 (+)-галлокатехин; 2 (—)-эпикатехин; 3 (+)-катехин; 4 (—)-эпикатехингаллат; 5—неидентифицированное вещество; X—место нанесения капли

В составе катехинов кожуры содержатся (+)-катехин, (—)-эпикатехин, (+)-галлокатехин, (—)-эпикатехингаллат.

После установления качественного состава катехинов в этих же образцах мы изучали их количественное содержание.

Оказалось, что все изучаемые органы винограда содержат в больших количествах обнаруженные нами качественным анализом катехины (см. таблицу). Однако наиболее богаты этими соединениями семена и гребни винограда. Из таблицы видно, что в составе катехинов гребней преобладают (около 80%) (+)-формы катехинов, в частности (+)-катехин и (+)-галлокатехин. Любопытно отметить также, что в этих органах винограда присутствуют, правда в незначительных количествах (2%), галлированные катехины — (—)-эпикатехингаллат. Следует от-



метить, что (—)-эпикатехингаллат в гребнях винограда обнаружен нами впервые. В отличие от гребней, в семенах винограда нам не удалось обнаружить (+)-галлокатехин. Но и в этом случае (+)-формы катехинов составляют основную часть.

Таблица

Количественное содержание катехинов в отдельных частях виноградной грозди

Катехины	Гребни		Кожца		Семена	
	мг/гр (на 1 г сухого веса)	% от суммы катехинов	мг/гр (на 1 г сухого веса)	% от суммы катехинов	мг/гр (на 1 г сухого веса)	% от суммы катехинов
(+)-галлокатехин	6,986	34,9	2,645	32,8	—	—
(—)-эпикатехин	3,635	18,2	1,934	23,9	9,259	35,4
(+)-катехин	9,012	45,0	3,272	40,6	16,424	62,8
(—)-эпикатехингаллат	0,394	1,9	0,212	2,7	0,497	1,8
сумма катехинов	20,027		8,063		26,380	

Кожца винограда, по сравнению с гребнями и семенами, содержит значительно меньше катехинов. Причем и здесь на долю (+)-катехина и (+)-галлокатехина приходится более 70% всей суммы катехинов.

На основании полученных данных можно сказать, что гребни, семена и кожуца винограда отличаются между собой как по качественному, так и по количественному составу катехинов.

В составе катехинов этих органов винограда преобладают (+)-формы катехинов. Это еще раз подтверждает высказанную одним из нас мысль о том, что в закончивших рост и развитие тканях и клетках растений происходит преимущественный синтез (+)-катехинов [12].

К сожалению, мы сейчас не можем сказать, какую роль выполняют определенные катехины в биологии винограда и какое значение они имеют при производстве вин. На эти вопросы должны дать ответы дальнейшие исследования.

Институт садоводства,  
виноградарства и виноделия  
МСХ ГССР

Институт биохимии  
им. А. Н. Баха АН СССР



ბ. ბალახვილი, კ. ჯემუხადე

## ყურძნის ჯიშ რქაწითელის კატეხინების შემადგენლობა

რეზიუმე

მოცემულია ყურძნის ჯიშ რქაწითელის კატეხინების რაოდენობრივი და თვისობრივი შემადგენლობა სრული სიმწიფის პერიოდში. ორმხრივი ქრომატოგრაფიის მეთოდით იდენტიფიცირებული იქნა ყურძნის კლერტსა და კანში (+) — გალოკატეხინი, (+) — კატეხინი, (—) — ეპიკატეხინი, (—) — ეპიკატეხინგალატი; წიბწაში — (+) — კატეხინი, (—) — ეპიკატეხინი, (—) — ეპიკატეხინგალატი და ფენოლური ბუნების ოთხი არაიდენტიფიცირებული ნივთიერება.

რაოდენობრივი ქრომატოგრაფიით განისაზღვრა ცალკეული კატეხინების რაოდენობა კლერტში, კანსა და წიბწაში.

BIOCHEMISTRY

N. N. GELASHVILI, K. M. JEMUKHADZE

## CATECHIN CONTENT IN THE *RKATSITELI* GRAPEVINE

Summary

Parts of the *Rkatsiteli* grapevine stems, skins and seeds were studied during full ripening. These parts of the grapevine proved to be different in respect of both quantitative and qualitative contents of catechins. It was found that (+) forms prevail in the catechin content of the grapevine. The presence of (—) — epicatechingallate has been recorded in grapevine stems for the first time.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. K. Freudenberg. Tannin, Cellulose, Lignin. Berlin, 1933.
2. E. A. Roberts. The Chemistry of Vegetable Tannins. Croydon, 1956.
3. А. Л. Курсанов. Синтез и превращения дубильных веществ в чайном растении. М., 1952.
4. С. В. Дурмишидзе. Дубильные вещества и антоцианы виноградной лозы и вина. М., 1955.
5. К. М. Джемухадзе, Ф. Г. Нахмедов. Биохимия и прогрессивная технология чайного производства. М., 1966.
6. Г. А. Бузун, К. М. Джемухадзе, Л. Ф. Милешко. Прикладная биохимия и микробиология, т. 2, вып. 5, 1966.
7. Г. А. Бузун, К. М. Джемухадзе, Л. Ф. Милешко. Биохимия и прогрессивная технология чайного производства. М., 1966.
8. К. М. Джемухадзе, Г. А. Бузун. Биохимия, 20, 1955.
9. Е. М. Брумберг. ДАН СССР, 72, 1950.
10. М. С. Шипалов. Приборы и стенды АН СССР. М., 1955.
11. К. М. Джемухадзе. Культура и производство чая в Китайской Народной республике. М., 1961.
12. К. М. Джемухадзе и др. Сб. «Фенольные соединения и их биологические функции». М., 1968.



ენტომოლოგია

ბ. ბაგინაძე, ი. ბაქრაძე

ფოსფამიდთან და მეთილნიტროფოსთან სავინის კომბინირების ოპტიმალური ეფექტი

(წარმოადგინა იკადემიკოსმა ლ. ყანჩაველმა 20.1.1970)

ციტრუსების ფრთათეთრას მატლები წინააღმდეგ ამჟამად გამოყენებულია ფოსფამიდის (ბი-58) 0,2%-იანი ემულსია, რომელიც მალალ ეფექტს იძლევა [1]. ანალოგიური მოქმედებით ხასიათდება მეთილნიტროფოსი [2]. ჩვენი ცდების მიხედვით კი ამ მავნებლის კვერცხების მიმართ მალალი ტოქსიკურობით გამოირჩევა სევივის 0,4%-იანი სუსპენზია [3].

შემდგომი კვლევის მიზანი იყო ერთი მხრივ სევივის ოვიციდური თვისებების შეუმცირებლად გაგვეზარდა ნაზავის მატლებზე მოქმედების სიძლიერე ბი-58-ის დამატების ხარჯზე, ხოლო მეორე მხრივ საერთოდ აგვემალღებინა ფრთათეთრასთან ბრძოლის ტექნიკური ეფექტურობა სევივის ოვიციდური აქტივობის და ფოსფამიდის ან მეთილნიტროფოსის ლარვიციდური ტოქსიკურობის კომბინირების გზით.

ცდებში ციტრუსების ფრთათეთრას კვერცხების წინააღმდეგ კომბინირებული ნაზავის ტოქსიკური მოქმედების შესწავლისათვის გამოვიყენეთ ვურსპუჯისა და ნასის მეთოდიკა ნ. გოლიშინის, ვ. აბელენცევისა და გ. სოლოვიოვას მოდიფიკაციით [4]. კომბინირებულ ნაზავში შემავალი პრეპარატის კონცენტრაციები ექსპერიმენტალური გზით ირჩეოდა ისე, რომ ყველაზე მალალი კონცენტრაცია იწვევდა ციტრუსების ფრთათეთრას კვერცხების 95%-ის დაღუპვას (ცხრილი 1), ხოლო დანარჩენი კონცენტრაციები მოქმედებდნენ ნაწილობრივ; ერთი პრეპარატის თითოეული კონცენტრაციის მეო-

ცხრილი 1  
 სევივისა და ბი-58-ის კომბინირებული ნაზავის მოქმედება ციტრუსების ფრთათეთრას კვერცხებზე

სევივის კონცენტრაცია %-ით (მოქმედი საწყისის მიხედვით)	ბი-58-ის კონცენტრაცია %-ით (მოქმედი საწყისის მიხედვით)							
	0,17	0,14	0,06	0,02	0,008	0,003	0,001	0,0
0,3	×	×	×	×	×	×	×	×
0,12	×	×	×	×	×	×	×	—
0,05	×	×	×	×	×	×	—	—
0,02	×	×	×	—	—	—	—	—
0,009	×	×	—	—	—	—	—	—
0,003	×	—	—	—	—	—	—	—
0,0	—	—	+	+	+	+	+	+

× კვერცხების სრული დაღუპვა, — ფსევდოოვიციდური მოქმედება კვერცხებზე, + კვერცხებიდან გამოსული ცოცხალი მატლის არსებობა.



რე პრეპარატის შესაბამის კონცენტრაციასთან შერევის დროს ირკვევოდა ის ზღვარი, სადაც კომბინირებული ნაზავი იძლეოდა კვერცხების იგივე პროცენტით დაღუპვას.

სეიინისა და ბი-58-ის კომბინირებული ნაზავის ტოქსიკურობა კომპონენტების სხვადასხვა შეფარდების დროს

ნარევი კომპონენტების კონცენტრაცია % -ით (მოქმედი საწყისი მიხედვით 1 ცხრილიდან)			ნარევის შემადგენლობა % -ით		შეფარდება		შეფარდების ჯამი		აქტიუობის მაჩვენებელი
QA	QB	E	QA	QB	$\frac{QA}{Qa}$	$\frac{QB}{Qb}$	$\frac{QA}{Qa} + \frac{QB}{Qb}$	$\lg \left( \frac{QA}{Qa} + \frac{QB}{Qb} \right)$	
0,3(Qa)	0,0	0,3	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0,12	0,001	0,121	99,1	0,9	0,4	0 006	0,406	-0,39	
0,12	0,003	0,123	97,5	2,5	0,4	0,017	0,417	-0,379	
0,05	0,008	0,058	86,2	13,8	0,17	0,047	0,217	-0,66	
0,05	0,02	0,07	71,4	28,6	0,17	0,11	0,28	-0,55	
0,02	0,06	0,08	25	75	0,07	0,35	0,42	-0,38	
0,009	0,14	0,149	6,4	93,6	0,03	0,82	0,85	-0,07	
0,003	0,17(Qb)	0,173	1,7	98,3	0,01	1,0	1,01	+0,004	

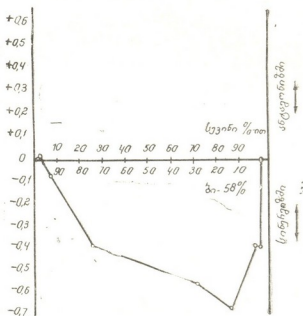
ცდებში სეიინი პირობითად აღინიშნებოდა პრეპარატ A-თი, ხოლო ბი-58 — B-თი. ცალკეული პრეპარატების სხვადასხვა კონცენტრაცია, რომლებიც დამღუპველად (95%) მოქმედებენ ციტრუსების ფრთათეთრას კვერცხებზე. A-სთვის აღინიშნება Qa-თი, B-სთვის Qb-თი, ხოლო მათი რაოდენობა კომბინირებულ ნაზავში, რომელიც მაღალტოქსიკურია ციტრუსების ფრთათეთრას მიმართ და მთლიანად ახშობს კვერცხებში ემბრიონის განვითარების ნიშნებს, A-სთვის—QA-თი, B-სთვის—QB-თი.

თუ შეფარდების ჯამი  $\frac{QA}{Qa} + \frac{QB}{Qb} = 1$ , მაშინ ადგილი აქვს შერეული პრეპარატების მოქმედების ადიტივობას. თუ ჯამი 1-ზე ნაკლებია, ანტაგონიზმია, ხოლო თუ იგი 1-ზე მეტია — სინერგიზმია [4]. ამიტომ ჯამის  $\frac{QA}{Qa} + \frac{QB}{Qb}$  გალოგარიტმებით მიიღება შერეული პრეპარატების ერთდროული მოქმედების დინამიკის გრაფიკის ასახვები საწყისი მონაცემები.

შედეგები ცდების აღრიცხვისა, რაც ჩატარდა ფრთათეთრას კვერცხებიდან (საკონტროლოში) მატლების სრული გამოჩეკვის შემდეგ, მოყვანილია 1 ცხრილში, ხოლო 1 ცხრილის მონაცემებით შედგენილია მე-2 ცხრილი, შემდგომ კი ამ მასალებზე აგებულია შესაბამისი გრაფიკი.

როგორც გრაფიკიდან ჩანს, კომბინირებული ნაზავის ტოქსიკურობა ძლიერდება კომპონენტების თითქმის ყველა შეფარდების დროს, სახელდობრ, სინერგიზმს ადგილი აქვს სეიინისა და ბი-58-ის 1:3,9; 1:11,2; 1:2,5; 1:6,24; 1:0,33; 1:0,068 შეფარდებისას და მხოლოდ ერთ შემთხვევაში (1:0,017) ირღვევა სინერგიზმი და ნარევის აქტივობა 1-ზე მეტია. ამასთან, ეს მოვლენა ისე მკრთალადაა გამოსახული, რომ ანტაგონიზმის არსებობის ფაქტი საეჭვოა.

ანალოგიური მეთოდიკით დადგენილ იქნა სევისა და მეთილნიტროფოსის კომბინირებული ნაზავის მოქმედების ხასიათი. შედეგების სათანადო დამუშავებით და გრაფიკული გამოსახვით ირკვევა, რომ ნაზავის ტოქსიკურობა ძლიერდება სევისა და მეთილნიტროფოსის კონცენტრაციების მხო-



ლოდ ზოგიერთი შეფარდებისას, კერძოდ, სევის რაოდენობის გაზრდით და მეთილნიტროფოსის შემცირებით იზრდება კომბინირებული ნაზავის ტოქსიკურობა. ამასთან, კომპონენტების 1:0,16 და 1:0,5 შეფარდებისას აღვილი აქვს სინერგიზმის მოვლენას, ხოლო დანარჩენ შემთხვევაში აღინიშნება ანტაგონიზმი.

საქართველოს მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 23.1.1970)

## ЭНТОМОЛОГИЯ

Г. В. ГЕГЕНАВА, И. С. БАКРАДЗЕ

### ОВИЦИДНЫЙ ЭФФЕКТ КОМБИНИРОВАННОЙ СМЕСИ СЕВИНА С ФОСФАМИДОМ И МЕТИЛНИТРОФОСОМ

#### Резюме

Приводятся результаты изучения степени токсичности комбинированных смесей — севина с фосфамидом и метилнитрофосом для уничтожения яиц цитрусовой белокрылки.

Опытами установлено, что более эффективна комбинированная смесь севина с фосфамидом. В частности, при соотношении компонентов 1:2,5; 1:6,24; 1:11,2 и 1:0,068 имеет место явление синергизма. Аналогичное явление наблюдается в комбинированных смесях севина с метилнитрофосом только в соотношениях 1:0,16 и 1:0,5, в остальных же случаях токсичность снижается до ярко выраженного антагонизма.

G. V. GEGENAVA, I. S. BAKRADZE

 OVICIDAL EFFECT OF COMBINED MIXTURE OF *SEVIN* WITH  
 PHOSPHAMIDE AND METHYLNITROPHOS

## Summary

The results of a toxicity study of combined mixtures against the eggs of citrus whitefly are presented. The tests show that the combined mixture of *sevin* with phosphamide is more effective against the eggs of the citrus whitefly. In particular, with the ratio of the components 1:2.5, 1:6.24, 1:11.2, 1:0.068 the phenomenon of synergism takes place. Synergism also becomes apparent with the ratio of the components 1:0.16 and 1:0.5 in combined mixtures of *sevin* with methylnitrophos (metathion), whereas in other tested correlations toxicity proved to drop to a marked antagonism.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. გ. გეგენავა, ლ. ოთხმეზური, ი. ბაქრაძე. საქართველოს მეცნიერეთა დაცვის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 19, 1965.
2. ლ. ოთხმეზური, ი. ბაქრაძე. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. 53, № 1, 1969.
3. ი. ბაქრაძე. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. 51, № 2, 1968.
4. Н. М. Голышин, В. И. Абеленцев, Г. В. Соловьева. Химия в сельском хозяйстве, № 3, 1964.

Т. А. МУСХЕЛИШВИЛИ

## ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ПРОНИКНОВЕНИЯ ПРЕСМЫКАЮЩИХСЯ НА ТЕРРИТОРИЮ ГРУЗИИ И НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

(Представлено академиком Л. К. Габуния 29.1.1970)

В опубликованной литературе (за исключением устаревшей работы А. М. Никольского [1]) почти отсутствуют сведения, касающиеся путей проникновения гетерогенной по своему составу герпетофауны на территорию Грузии. В настоящей работе мы попытались, на основании анализа новейших данных по географическому распространению пресмыкающихся в пределах Грузии и на близлежащей территории, и существующих представлений о геологическом прошлом Кавказа, нарисовать краткую картину возможных путей расселения пресмыкающихся на территории нынешней Грузии.

Как известно, оформление Кавказской суши происходило целиком в кайнозой. В сармате на Кавказском полуострове появляются представители гиппарионовой фауны, проникновение которых шло с юга по широкому Закавказскому перешейку. Можно думать, что именно в это время с юга проникли в Грузию ксерофильные пресмыкающиеся малоазиатского и переднеазиатского происхождения.

Проникновение на Кавказ и, в частности, в Грузию средиземноморских элементов герпетофауны, очевидно, имело место тогда, когда существовала сухопутная связь между Малой Азией и Балканами, то есть либо в среднем миоцене, либо в среднем и верхнем плиоцене.

В эпоху появления широкого материкового соединения между Кавказским полуостровом и Русской равниной могло идти проникновение с северо-востока на запад (т. е. в равнины восточной части Кавказского перешейка) некоторых древних элементов фауны среднеазиатских пустынь. Из пресмыкающихся это должны были быть круглоловки, ящурки, удавчики. Однако на территорию нынешнего Закавказья среднеазиатские элементы могли проникнуть в обход Каспия с юга и с востока через Каспийский перешеек [2].

«Бореализацию» герпетофауны Грузии необходимо увязывать с ледяными южными областями Русской равнины, с периодическим образованием Маньчжурского пролива и с эпохой оледенения. В. П. Гричук [3, 4], на основании спорово-пыльцевого анализа пришел к выводу, что в растительном покрове юго-востока Восточно-Европейской равнины в конце плиоцена и в начале четвертичного периода господствовали травянистые сообщества, среди которых древесная растительность играла, по-видимому, весьма незначительную роль. Следовательно, проникнове-





ние в Грузию такого лесного элемента герпетофауны, как веретеница (*Anguis fragilis*), происходило во время великого четвертичного охлаждения Европы, когда, согласно Л. И. Маруашвили [5], бореальные элементы в пределы Кавказа могли проникнуть при сдвиге горизонтальных зон Русской (Восточно-Европейской) равнины к югу. Не исключено, что в эту эпоху между лесной зоной Европы и лесами Кавказа установился временный контакт. Однако возможно допускать, что европейские элементы в Грузию могли проникнуть с юга — со стороны Малой Азии.

Ледниковый покров на южных склонах Большого Кавказа, с одной стороны, и на северных склонах Малого Кавказа, с другой, вынудил пресмыкающихся, ранее обитавших на этих высотах, отойти в долину р. Куры, где климат был более теплый, чем в горах, но и более прохладный и влажный, чем климат современной эпохи. Доказательством данной гипотезы служит наличие в Картли изолированных популяций скальной ящерицы Даля (*Lacerta dahli*) и короткохвостой прыткой ящерицы (*Lacerta agilis brevicaudata*).

Автохтонные кавказские формы в Грузию проникли как по долинам рек, так и непосредственно по горным массивам, причем расселение горных форм носило неоднородный характер. Например, восточно-кавказский подвид луговой ящерицы (*Lacerta p. praticola*) в Грузии представлен главным образом в предгорьях Большого Кавказа. На большом Кавказе же в пределах Азербайджана луговая ящерица отсутствует. В то же время автохтоны — ящерица Дерюгина (*L. derjugini*) и скальная ящерица (*L. r. rudis*) занимают в настоящее время значительную часть южного склона Главного Кавказского хребта. Кавказская гадюка (*Vipera kaznakovi*), наличие которой следует связывать с формированием уже в сарматское время теплолюбивой флоры колхидского типа, не вышла на восток за пределы Западной Грузии.

Необходимо подчеркнуть, что Лихский хребет, связывающий между собой Большой и Малый Кавказ, является своего рода «мостом» для обмена горными фаунистическими элементами. Это относится к таким автохтонным видам, как ящерица Дерюгина, скальная ящерица, луговая ящерица, короткохвостая прытка ящерица. По предположению И. С. Даревского [6] *L. r. rudis* на Большой Кавказ проникла в голоценовую эпоху. Конечно, луговая и прытка ящерицы с Малого Кавказа на Большой могли расселиться и непосредственно по Картлийской равнине в эпоху, когда эта равнина была покрыта лесом, чередовавшимся с лесостепью; об этом свидетельствует наличие этих подвидов в районе с. Меджврисхеви — среди фрагментов низинных лесов у предгорий Большого Кавказа. В настоящее время на Картлийской равнине они отсутствуют, поскольку там нет лесов, необходимых для поддержания соответствующего дефицита влажности.

По мнению И. С. Даревского [6], в миоцене из Малой Азии на Кавказ впервые проникают исходные лесные формы ящериц группы



*Podarcis* — *Archaeolacerta*, давшие начало современным формам кавказских скальных ящериц. Скальная ящерица — кавказский автохтон, — представленная в Грузии рядом видов и подвидов, заселяет в настоящее время горные области обеих систем Кавказа, подчиняясь определенной закономерности в своем географическом распространении [6, 7]. С Малого Кавказа (где она широко представлена) на Большой попала и короткохвостая прыткая ящерица, но расселиться ей здесь не удалось и в настоящее время она зарегистрирована только в двух точках, где численность ее крайне незначительна.

Особый интерес представляет обитание совершенно изолированной популяции иорской прыткой ящерицы (*L. agilis ioriensis*) в долине р. Иори. Этот подвид генетически ближе всего стоит к прыткой ящерице Беме (*L. a. boemica*), обитателю Северного Кавказа [8]. Следовательно, проникновение иорской прыткой ящерицы в Грузию, по всей вероятности, шло с севера. Можно предполагать, что в какой-то период, а именно в эпоху прохождения зональных поясов на больших высотах, исходная форма данного подвида сумела преодолеть водораздел и расселиться также на его южных склонах. Возможно, ящерица эта расселилась по Иорской долине значительно шире, охватив и Картлийскую равнину, т. е. области, где в настоящее время она полностью отсутствует в результате ксерофитизации ландшафтов.

Можно предполагать, что в Восточной Грузии влаголюбивые виды, характеризующиеся в настоящее время спорадическим ареалом (скальная ящерица Даля, луговая ящерица, прыткая ящерица) в прошлом, т. е. в эпоху наличия в долине Куры более прохладного и влажного климата, имели сплошной ареал, теперь же они — реликтовые остатки некогда гораздо шире распространенных форм. Данное положение косвенным образом подтверждается и тем, что указанные формы в ряде случаев обитают в одних и тех же районах, совместно, или же каждая приурочиваясь своего биотопа.

Еще А. М. Никольский [1] справедливо отметил, что ряд видов, заселивших Восточное Закавказье, миновал Западное, и что Сурамский (Лихский) хребет является естественным барьером для многих видов рептилий. В первую очередь это относится к видам экологически связанным с ксерофитными ландшафтами. Поэтому Восточная и Западная Грузия в герпетофаунистическом отношении резко отличаются друг от друга. Однако следует отметить, что для горных мезофильных видов, обитающих только в Западной Грузии, какими являются кавказская гадюка и скальная ящерица Браунера (*lacerta saxicola brauneri*). Лихский хребет сам по себе не может служить препятствием для их расселения на восток, тем более, что оба вида обитают на Большом Кавказе (кавказская гадюка — и на Малом). В ограничении их распространения определенную роль сыграли, безусловно, климатические различия между Восточной и Западной Грузией. Необходимо подчеркнуть также четкие различия в герпетофауне между различными райо-

нами Грузии. Исключительно большую роль в расселении пресмыкающихся на территории Грузии играет долина р. Куры.

В заключение хочется отметить, что наличие Лихского хребта и Большого Кавказа, с одной стороны, и ксерофитных ландшафтов, с другой, обуславливает в Закавказье именно по Грузии (в основном по ее крайней юго-восточной части) прохождения северо-восточной границы ареала ряда видов.

Академия наук Грузинской ССР

Институт зоологии

(Поступило 30.1.1970)

ზოოლოგია

თ. მუსხელიშვილი

საპართველოს ტერიტორიაზე ქვეწარმავალთა შემოჭრის  
შესაძლებელი გზები და მათი გავრცელების ზოგიერთი  
ღამახასიათებელი თავისებურება

რეზიუმე

განხილულია თანამედროვე საქართველოს ტერიტორიაზე ქვეწარმავალთა შემოჭრის სავარაუდო გზები კავკასიის გეოლოგიური წარსულის ფონზე. აღნიშნულია ქვეწარმავლების თანამედროვე გავრცელების ზოგიერთი თავისებურება, რაც განპირობებულია საქართველოს ლანდშაფტების ნაირგვარობით.

ZOOLOGY

T. A. MUSKHELISHVILI

POSSIBLE DISPERSAL ROUTES OF REPTILES AND SOME  
PECULIARITIES OF THEIR SPREAD IN THE TERRITORY  
OF GEORGIA

Summary

The possible routes of reptile penetration into the territory of present-day Georgia is considered against the background of Georgia's geological past. Some peculiarities of the present spread of reptiles due to the variety of Georgian landscapes are discussed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. М. Никольский. Пресмыкающиеся и земноводные Кавказа. Тифлис, 1913.
2. И. С. Даревский. Изв. АН Арм. ССР, сер. биол., 10, № 12, 1957.
3. В. П. Гричук. Труды Ин-та географии АН СССР, т. 46, 1950.
4. В. П. Гричук. Труды конф. по спорово-пыльцевому анализу, 1948, М., 1950.
5. Л. И. Маруашвили. Целесообразность пересмотра существующих представлений о палеогеографич. условиях ледникового времени на Кавказе. Тбилиси, 1956.
6. И. С. Даревский. Скальные ящерицы Кавказа. Л., 1967.
7. И. С. Даревский, Т. А. Мухелишвили. Сообщения АН ГССР, 43, № 2, 1966.
8. G. Peters, T. A. Muskhelishvili. Zool. Jb. Syst., Bd 95, 1968.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Л. Г. САНАДЗЕ

СОСТОЯНИЕ ГИСТОХИМИЧЕСКИ ВЫЯВЛЯЕМЫХ ЛИПИДОВ  
В ЯИЧНИКАХ КРОЛЬЧИХ В КОНЦЕ БЕРЕМЕННОСТИ ПРИ  
ВОЗДЕЙСТВИИ ЭСТРОГЕННОГО ГОРМОНА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 29.1.1970)

Изменения в живом организме большей частью обусловлены изменениями в водной фазе. Липиды в водной фазе располагаются на пограничной поверхности, пограничные поверхности в свою очередь играют решающую роль в регуляции обмена веществ [1]. Наибольшее количество разных липидов содержится в нервной ткани, как самой высокоорганизованной. Это обстоятельство говорит в пользу большого значения липидов в жизнедеятельности организма. Большинство липидов в организме животного связано с белками. Липиды содержат жизненно-важные жирные кислоты, которые разрушаются при омылении.

Гистохимическое исследование липидов получило особое развитие в последние годы. Важную роль играют липиды при беременности; они являются не только энергетическим материалом, но и участвуют в синтезе стероидных гормонов, воспроизводимых плацентой и другими эндокринными железами [2].

Работами советских и зарубежных авторов [2—8] в синцитиальном трофобласте ворсин обнаружены жировые капли, являющиеся по химической природе стероидом, и именно синцитиальный трофобласт считается местом образования эстрогенов и прогестерона в плаценте.

Целью настоящего исследования является изучение гистохимии липидов в яичниках крольчих в конце беременности при воздействии на них эстрогенного гормона.

Для осуществления заданной цели эксперименты были поставлены в 3-х сериях на 30 беременных крольчихах. В I серии изучалось действие больших доз эстрогенов на состояние липидов в яичниках крольчих в последней трети беременности. С этой целью с 20-го дня беременности крольчихам вводили масляной раствор синэстрола по 0,05 мг в день в течение 8 дней. Во II серии изучалось действие средних доз эстрогенов — с 20-го дня беременности крольчихам вводили синэстрол по 0,025 мг в день в течение 8 дней. В III серии изучалось действие малых доз эстрогенов — с 20-го дня беременности вводили синэстрол по 0,005 мг в день в течение 8 дней. Наряду с подопытными имелись и контрольные животные по 2 в каждой серии с тем же сроком беременности.

На 27-й день беременности все животные забивались. При вскрытии после общего макроскопического изучения микроморфологически



(гемадоксиллин-эозин и пикрофуксин) и гистохимически изучали яйцники на липиды (Судан III, методом Дадди).

Гистохимическую выявляемость липидов обозначали следующим образом: исключительно большое количество — (++++), большое — (+++), умеренное — (++) , малое — (+), исключительно малое — (+).

Эксперименты I серии показали, что большие дозы эстрогенов отрицательно влияют на внутриутробное развитие плодов.

При вскрытии беременных животных, подвергшихся воздействию больших доз эстрогенов, все плоды оказались мертвыми. Плоды, матка, плацента и околоплодные воды были соответственно изменены. Яичники увеличены по сравнению с контрольными. Микроскопически в них обнаружены явления сильной гипертрофии и гиперплазии. Фолликулы численно увеличены. Имела место сильная пролиферация клеток гранулезного слоя. Число желтых тел оказалось увеличенным. Отмечалась также пролиферация клеток интерстициальной железы и клеток стромы яичника. В некоторых срезах гипертрофия и гиперплазия перерастали в дистрофию, что выражалось в увеличении числа первичных фолликулов и уменьшения числа зрелых фолликулов, в изменении формы фолликулов и т. п. Гистохимическое исследование липидов в яичниках животных I серии показало следующее. Наружный зачатковый эпителий не содержал липидов как у контрольных, так и у подопытных животных этой серии, не были обнаружены липиды также в фолликулярном аппарате яичников ни у контрольных, ни у подопытных животных этой серии; ни один из фолликул любой стадии развития не содержал липидов. У животных I серии в строме яичников липиды располагались неравномерно: имелись участки, где липиды выявлялись в исключительно большом количестве (++++) в виде больших темно-оранжевых пятен, наряду с этим имелись участки с малым (++) количеством липидов, а также — вообще не содержащие липидов. Липиды обнаруживались в цитоплазме клеточных элементов стромы яичника, ядра же этих клеток были свободны от липидов.

Желтое тело и интерстициальная железа характеризуются таким же неравномерным распределением липидов, которые в цитоплазме лютеиновых и интерстициальных клеток местами обнаруживались в исключительно большом количестве (++++), местами — в малом (++) количестве, а в некоторых — и вообще не выявлялись. Такое неравномерное распределение липидов в яичниках контрольных животных не наблюдалось. В веретенообразных клетках стромы яичников контрольных животных липиды выявлялись в умеренном количестве (+++). У контрольных животных в виде ярко-оранжевых жировых пятен липиды были обнаружены лишь в цитоплазме клеток стромы яичников, ядра же клеток липидов не содержали.

В умеренном количестве выявлялись липиды в виде ярко-оранжевых жировых капель (+++) и в цитоплазме лютеиновых, и интерсти-





циальных клеток яичников контрольных животных, в ядрах липиды не были обнаружены.

Яйцеклетка, мозговое вещество и стенки кровеносных сосудов не содержали липидов как у контрольных, так и у подопытных животных.

Совершенно противоположное соотношение по сравнению с I серией было обнаружено в опытах II и III серий, где применялись средние и малые дозы синэстрола. Все плоды этих серий опытов были живы и нормально развиты. Морфологически никакие изменения по сравнению с контролем не были выявлены, распределение липидов в яичниках указанных серий животных было таким же, что и у контрольных.

Исходя из роли липидов в синтезе стероидных гормонов, умеренное количество липидов в яичниках, в частности в желтом теле и интерстициальной железе, в последней трети беременности вполне понятно, так как к этому времени в основном почти закончено формирование плода, и именно эти структурные элементы яичников являются источником стероидных гормонов при беременности.

Что касается фолликулярного аппарата, то при беременности фолликулы не достигают окончательного созревания, не происходит оволяция, поэтому гормонообразование в фолликулярных клетках снижено. Этим и объясняется отсутствие в них липидов как материала для синтеза стероидных гормонов.

Как видно из наших опытов, большие дозы эстрогенов вызывали нарушение нормального распределения липидов, свойственное яичникам крольчих в последней трети беременности. Накопление их в чрезмерно большом количестве в желтом теле и интерстициальной железе говорит об усилении гормонообразования в означенных элементах, что со своей стороны вызывает нарушение гормональной корреляции в гипоталамо-гипофизарно-надпочечниково-половой системе и тем самым нарушение метаболизма.

При повышении содержания липидов в гормонообразующих элементах яичников беременность прекращается. Означенное дает основание полагать, что повышение количества липидов—как материала для синтеза стероидных гормонов в гормонообразующих элементах яичников—вызывает усиление их функции и тем самым нарушает нормальную гормональную корреляцию организма, присущую последней трети беременности. Средние и малые дозы эстрогенов не изменили количества липидов по сравнению с контролем и не нарушили нормальной гормональной корреляции, свойственной последней трети беременности, что и подтвердилось нормальным внутриутробным развитием плода и нормальным течением беременности.

Что касается применения эстрогенов в клинике в средних и малых дозах при разной патологии — самопроизвольный и привычный аборт, недонашиваемость, функциональные маточные кровотечения и т. д. [9], то здесь положительный эффект может быть обусловлен восполнением дефицита эстрогенного баланса, имеющегося в организме беременной



женщины при указанных патологических состояниях, но отсутствующего в организме беременных крольчих.

Тбилисский государственный медицинский институт

(Поступило 30.1.1970)

მაკრომიმენტული მორფოლოგია

ლ. სანაძე

პისტოქიმიურად გამოვლინებადი ლიპიდების მდგომარეობა  
 შინაური კურდღლების საკვირცხეებში მაკრომის გოლოს  
 ესტროგენულ კორმონთა მოქმედების შემდეგ

რეზიუმე

ექსპერიმენტები ჩატარდა 30 მაკე შინაურ კურდღელზე (3 სერიად). შესწავლებოდა ესტროგენების დიდი, საშუალო და მცირე დოზების მოქმედება საკვირცხეებში ლიპიდების განაწილებაზე აღნიშნულ ცხოველთა მაკრომის მე-20 დღიდან. ექსპერიმენტებმა დაადასტურა, რომ ესტროგენების დიდი დოზები იწვევენ ნაყოფთა ინტრანატალური განვითარების შეფერხებას, საკვირცხეებში ჰიპერტროფიის მოვლენებს და ლიპიდების რაოდენობის ძლიერ მატებას (საკონტროლოსთან შედარებით). ყველა პორმონგამომუშავებელ ელემენტებში; ესტროგენების საშუალო და მცირე დოზები კი იძლევა ნაყოფთა ნორმალურ ინტრანატალურ განვითარებას და საკონტროლო ცხოველების მსგავსი ლიპიდების განაწილებას საკვირცხეებში.

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

L. G. SANADZE

THE STATE OF HISTOCHEMICALLY IDENTIFIABLE LIPIDS IN  
 THE RABBIT'S OVARY AT THE END OF PREGNANCY UNDER THE  
 ACTION OF ESTROGENIC HORMONES

Summary

Experiments have revealed that large doses of estrogens have an adverse effect on the intrauterine development, while the micromorphological picture shows processes of strong hypertrophy and hyperplasia in the ovary. Excessive increase of the number of lipids in the cell elements is recorded histochemically. Similar phenomena have been obtained both micromorphologically and histochemically in the ovaries of control animals in experiments with average and small doses of estrogens. All the fetuses of these series survived and developed normally.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. Б. Штрауб. Биохимия. Будапешт, 1963.
2. А. П. Дыбан. Тез. докл. II Украинск. конф. морфологов. Харьков, 1956, 90—91.
3. Б. П. Хватов. Строение и физиологические изменения половой системы самок домашних животных. Симферополь, 1955.
4. А. П. Дыбан. Очерки патологической эмбриологии человека. Л., 1959.
5. А. И. Брусилковский. Акуш. и гинеколог., 2, 1963, 10—15.
6. E. W. Dempsey, G. B. Wislocki. Endocrinology, 35, 1944, 409.
7. G. B. Wislocki, E. W. Dempsey. Endocrinology, 83, 1948, 1.
8. N. Biorkmann. Acta anat. suppl. 22, 1954, 1—32.
9. П. Г. Шушания. Акуш. и гинеколог., 3, 1958, 49—54.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Р. М. ЛАГИДЗЕ, Д. Р. ЛАГИДЗЕ, В. Ш. ЦВЕНИАШВИЛИ,  
Р. А. КОПАЛАДЗЕ

ПОТЕНЦИАЛЫ ПОЛУВОЛН ( $\varphi_{1/2}$ ) И БИОЛОГИЧЕСКАЯ  
АКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ПРОТИВООПУХОЛЕВЫХ  
СОЕДИНЕНИЙ











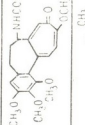


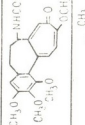


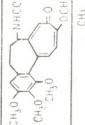


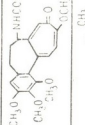
(Представлено академиком К. Д. Эрнстави 16.12.1969)

В ряде случаев различные соединения, которые существенно отличаются по химическому строению, обнаруживают близкое по своему характеру физиологическое действие. Это позволяет думать, что с помощью современных физических методов исследования в их тонких структурах могут быть обнаружены какие-то общие элементы сходства. Интересные факты такого рода для определенной группы пахучих веществ были приведены в работе Райта и Сера [1]. В связи с этим нам представляется, что в различных соединениях, которые характеризуются выраженной противоопухолевой активностью, также удастся обнаружить те или иные общие физические характеристики. Использование для этих целей результатов спектроскопических исследований, полярографии и других физических методов исследования может оказаться перспективным направлением в деле более рационального подбора новых противоопухолевых средств из огромного числа органических соединений и природных веществ. Однако следует отметить, что, за исключением систематических исследований по выявлению зависимости между скоростями гидролиза и противоопухолевой активности определенных групп алкилирующих веществ, другие современные физические методы исследования для этих целей привлекались сравнительно редко. Все это в какой-то мере относится также к полярографическим исследованиям противоопухолевых соединений.

Ранее З. В. Пушкаревой с сотрудниками [2] были измерены потенциалы полуволи большой группы азотистых ипритов, содержащих алифатические, ароматические и гетероциклические носители. На основании изучения характера процесса восстановления и гидролиза ими были предложены возможные схемы механизма превращений указанных веществ. Показано, что  $\varphi_{1/2}$  этих веществ не меняется в широких пределах (от  $-0,97$  до  $-1,42$  вольта по отношению к насыщенному коллоидному электроду). Полярографическая техника была успешно использована также в работе [3] для количественного определения этиленммониевых ионов N,N-ди-(2-хлорэтил)-аминов, содержащих алифатические и ароматические группировки.

По нашему мнению, наиболее ценные результаты в указанном направлении могут быть получены систематическим изучением отдельных

серий определенных классов органических соединений, позволяющих проследить в сравнимых условиях зависимость их противоопухолевой активности от незначительных структурных изменений и физических характеристик. В предыдущих сообщениях [4, 5] было показано, что соединения типа 3-арилбутил-N,N-ди(2-хлорэтил)-аминов являются подходящим объектом для проведения таких наблюдений. В результате биологических исследований этих соединений установлено, что существенное влияние на их противоопухолевую активность оказывают природа, количество и положение заместителей в ароматическом ядре. В настоящей работе мы приводим результаты полярографических измерений, ранее полученных Р. М. Лагидзе с сотрудниками 3-арилбутил-N,N-ди-(2-хлорэтил)-аминов [4] и 3-арилбутил-2-хлорэтил-сульфи-

№	$R-N-(CH_2-CH_2-CH_2)2$ HCl ГЛЭ R	$\varphi_{1/2}$	R-S-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -S1 ГЛЭ R	$\varphi_{1/2}$	Различные противоопухолевые соединения по литературе данным	$\varphi_{1/2}$	Лит
1	$CH_3-CH-CH_2-CH_2-$ 	-1,41	$CH_3-CH-CH_2-CH_2-$ 	-1,44	Различные азотистые ивриты: 37 соединений	0, -0,97 до -1,42 [2]	[2]
2	$CH_3-CH-CH_2-CH_2-$ 	-1,427	$CH_3-CH-CH_2-CH_2-$ 	-1,445		-1,372 [10]	[10]
3	$CH_3-CH-CH_2-CH_2-$ 	-1,42	$CH_3-CH-CH_2-CH_2-$ 	-1,45		-1,33 [11]	[11]
4	$CH_3-CH-CH_2-CH_2-$ 	-1,418	$CH_3-CH-CH_2-CH_2-$ 	-1,45		-1,29 -1,43 [12]	[12]
5	$CH_3-CH-CH_2-CH_2-$ 	-1,422	$CH_3-CH-CH_2-CH_2-$ 	-1,453		-1,47 [13]	[13]
6	$CH_3-CH-CH_2-CH_2-$ 	-1,425	$CH-CH-CH_2-CH_2-$ 	-1,46		-1,46 [13]	[13]
7	$CH_3-CH-CH_2-CH_2-$ 	-1,30	$CH_3-CH-CH_2-CH_2-$ 	-1,46		-1,46 [13]	[13]

Все указанные соединения обладают выраженной противоопухолевой активностью [7—9]. Полярogramмы регистрировали на полярографе LP-60. Потенциалы измеряли по отношению к водному насыщенному каломельному электроду. Значения  $\varphi_{1/2}$  этих веществ приведены в таблице. В отличие от вышеупомянутых соединений, 3-арилбутил-2-хлорэтил-сульфиды нерастворимы в воде. Поэтому их  $\varphi_{1/2}$  определяли в сухом диметилформамиде на фоне 0,1 М LiClO<sub>4</sub> и при концентрации деполяризатора 10<sup>-3</sup> М. Для сравнения величины  $\varphi_{1/2}$  полученных нами 3-арилбутил-N,N-ди-(2-хлорэтил)-аминов были измерены также в диметилформамиде в тех же условиях. Показано, что замена диметилформамида водой в данном случае не оказывает сколько-нибудь заметного влияния на величину  $\varphi_{1/2}$ .

В третьем столбце приведены  $\varphi_{1/2}$  различных классов противоопухолевых соединений по литературным данным. Первая графа этого столбца охватывает  $\varphi_{1/2}$  37 соединений, изученных З. В. Пушкаревой с соавторами [2]. Несмотря на небольшие расхождения в условиях определения  $\varphi_{1/2}$  различными авторами и некоторыми отклонения в величинах рН-среды, полученные результаты сравнимы как между собой, так и с данными наших определений.

Обращает на себя внимание довольно узкий интервал  $\varphi_{1/2}$  различных классов противоопухолевых соединений, в том числе тех, которые существенно отличаются друг от друга как в структурном отношении, так и полярографически активными группами. Конечно, из этого нельзя делать далеко идущие выводы, что все вещества с потенциалами полуволи в указанном интервале будут обладать противоопухолевой активностью. Более того, в ряде случаев, как например в стероидных гормонах, противоопухолевая активность тесно переплетается с гормональной активностью. Тем не менее можно надеяться, что накопление большого экспериментального материала в этом направлении и всесторонний анализ полученных данных в сочетании с другими физическими характеристиками позволит наметить комплекс критериев по рациональному подбору новых эффективных противоопухолевых средств.

Институт экспериментальной и  
 клинической хирургии  
 МЗ ГССР

(Поступило 25.12.1969)

მასაპრიმეტული მედიცინა

რ. ლალიძე, ვ. ლალიძე, ვ. წმინთაშვილი, რ. კოპალაძე

ზოგნიერთი კიბოსსაწინააღმდეგო ნაერთების ნახევარტალღათა  
 კოტენციანლები  $\varphi_{1/2}$  და მათი ბიოლოგიური აქტივობა

რეზიუმე

ჩატარებულია ადრე სინთეზირებული პოტენციალური კიბოსსაწინააღმდეგო ნაერთების 3-არბილბუტილ-N, N-დი-(2-ქლორეთილ)-ამინებისა და 3-არბილბუტილ-2 ქლორეთილ-სულფიდების ნახევარტალღათა პოტენციანლები

განსაზღვრა. ნაჩვენებია, რომ მათი  $\varphi_{1/2}$  სიდიდეები ( $-1,39$ -დან  $-1,46$  ვოლტამდე) მერყეობს დაახლოებით იმავე ზღვრებში, როგორც სხვა ცნობილი ანტიკანცეროგენული ნაერთებისა, მათ შორის ისეთებისაც, რომლებიც მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან თავიანთი ქიმიური აგებულებით.

#### EXPERIMENTAL MEDICINE

R. M. LAGIDZE, D. R. LAGIDZE, V. Sh. TSVENIASHVILI, R. A. KOPALADZE

### HALF-WAVE POTENTIALS ( $\varphi_{1/2}$ ) AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF SOME ANTITUMOUR COMPOUNDS

#### Summary

Polarographic measurements have been carried out of previously synthesized potential antitumour compounds: 3-arylbutyl-N, N-di-(2-chloroethyl)-amines and 3-aryl-butyl-2-chloroethyl-sulphides. It is shown that their  $\varphi_{1/2}$  values ( $-1.39$  to  $-1.46$  volt) vary approximately in the same range as those of a number of known antitumour compounds, including such ones that substantially differ as to their chemical structure.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. H. Wright, R. S. Sere. *J. Appl. Chem.*, 4, 1954, 615.
2. З. В. Пушкарева, Л. В. Алексеева, В. Н. Конюхова, Е. П. Дариенко. Труды совещания по физическим методам исследования органических соединений и химических процессов. Фрунзе, 1966, 26.
3. H. Zallen, J. E. Cristian, A. M. Knevel. *J. Pharm. Sci.*, 50, 1961, 783.
4. P. M. Lagidze, A. I. Dvalishvili, P. N. Aхvlediani. *Сообщения АН ГССР*, т. 41, 2, 1966, 329.
5. P. M. Lagidze, P. N. Aхvlediani, A. I. Dvalishvili. *Сообщения АН ГССР*, т. 49, 3, 1968, 567.
6. P. M. Lagidze, D. P. Lagidze, H. C. Санкидзе. *Сообщения АН ГССР*, 57, № 3, 1970.
7. С. С. Бокаева. Труды НИИ онкологии МЗ ГССР, т. 4, 1967, 327—331.
8. К. Д. Эристави, P. M. Lagidze, Г. Е. Георгадзе, Л. К. Шарашидзе, Н. Г. Туркия. *Сообщения АН ГССР*, т. 47, 2, 1967, 475.
9. К. Д. Эристави, Г. Е. Георгадзе, Н. Г. Туркия. *Сообщения АН ГССР*, т. 55, № 2, 1969, 489.
10. D. L. Smith, P. J. Elving. *Anal. Chem.*, 34, 1962, 930.
11. J. Krupička, J. Gut. *Coll. Gzech. Chem. Comm.*, 27, 1962, 546.
12. R. Bridička. *Gas. Ges. Lekarn*; 58, 1945, 37.
13. P. Kabasakalian, J. Mcglotten. *J. Electrochem. Soc.*, 105, 1958, 261.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

К. Д. ЭРИСТАВИ (академик АН ГССР), В. И. ФУФИН, А. И. КУРХУЛИ,  
Х. И. ГАПРИНДАШВИЛИ, А. М. ЦАТУРОВ, Г. Г. МШВЕЛИДZE

### НОВЫЙ МЕТОД ВНУТРИСЕРДЕЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИМ ЗОНДОМ

История развития волоконной оптики насчитывает 8—10 лет. Ее успешное развитие тесно связано с медициной. Первые работы ученых были направлены на производство регулярно уложенных гибких волоконных жгутов для эндоскопов, применяемых при визуальном наблюдении внутренних органов. Исследования в этой области позволили расширить применение таких жгутов в области гастроскопии, бронхоскопии, ректоскопии, лапароскопии, цитоскопии. Дальнейшие достижения дали возможность исследовать в медицине другие изделия волоконной оптики, например, жесткий эндоскоп и подкожный зонд, с помощью которого стало возможным наблюдение и изучение глубоких подкожных слоев ткани. И наконец, было предложено с помощью волоконно-оптического зонда осуществление прямой кардиоскопии [1].

Бурное развитие волоконно-оптической техники и широкое использование ее в медицине были вызваны рядом преимуществ перед ранее применяемыми эндоскопами. Эти преимущества были обусловлены высокой степенью гибкости и маневренности, особенно на удаленном конце инструмента; малым диаметром; большой длиной; ярким холодным светом, передаваемым по жгуту от внешнего осветителя; высоким качеством изображения; хорошей цветопередачей; большой глубиной фокусировки; возможностью наблюдения различных областей организма в движении без необходимости постоянной фокусировки; возможностью наблюдать с конца, под прямым углом и под любым промежуточным углом; возможностью подсоединения окуляра прямого видения, фотоприставки, телевизионной аппаратуры.

Все вышеизложенное дало нам основание применить волоконно-оптический зонд в клинической практике (рис. 1).

До проведения исследования в клинике группой сотрудников лаборатории экспериментальной кардиологии отдела медицинской кибернетики, под руководством А. И. Курхули были проведены экспериментальные исследования на животных. Результаты этих исследований будут опубликованы отдельно.

Двух мнений о роли данного исследования в кардиохирургии быть не может — первостепенное значение внутрисердечной эндоскопии заключается прежде всего в дооперационной топической диагностике ряда пороков сердца.



Осуществив первое успешное фотографирование клапанов 22 января 1970 г., мы прибегли к разделению исследований на несколько этапов. На первом этапе предусмотрели наблюдение за состоянием клапанов сердца во время операции. Такой подход к решению пробле-

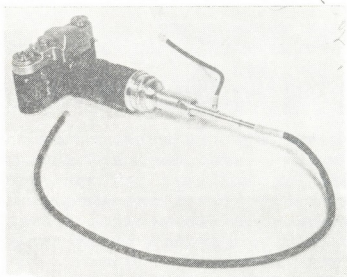


Рис. 1



Рис. 2

мы в целом дает нам возможность не только фиксировать визуально и на пленку состояние клапана, но и сравнить полученные данные с пальпаторными исследованиями. Наиболее демонстративным в этом смысле явился митральный клапан, анатомические варианты которого хорошо изучены пальпаторно многолетним опытом хирургов и могут быть подтверждены или скорректированы посредством новой методики. Избрав митральный клапан объектом первых наблюдений, можно надеяться на скорейшую и точную расшифровку эндоскопических картин левого

предсердия, получив тем самым отправные пункты для дальнейших исследований. Получение четких данных при фотографировании трикуспидального и легочного клапанов, — дает основание надеяться на успешное клиническое изучение данных образований. Имеем в виду также исследование аортального клапана.

Методика операционных исследований заключается в следующем. Волоконно-оптический зонд вводится в левое предсердие вместе с указательным пальцем хирурга через ушко предсердия. Далее осуществляется пальцевая ревизия клапана, а затем осмотр и фотографирование его через зонд. Так как анатомические особенности ушка левого предсердия не во всех случаях позволяют проведение зонда с пальцем, мы прибегли к видоизменению методики — вводим зонд через стенку левого предсердия в зоне предварительно наложенного кисетного шва. Кроме того, мы осуществили наблюдение митрального клапана со стороны левого желудочка, проводя зонд через верхушку на месте проведения дилататора Дюбо.

Четкость полученных нами фотографий может быть иллюстрирована следующими примерами: 1. Большая М-ли, 54 лет, история болезни № 7. Диагноз до операции: митральный ревматический порок сердца, стеноз и недостаточность митрального клапана, со значительным преобладанием стеноза. При ревизии пальцем — полное подтверждение диагноза. Осуществлено фотографирование в потоке крови митрального клапана до и после операции (рис. 2). На фотографии до операции отчетливо видны створки клапана, срастание створок на протяжении 3/4 длины комиссур, отверстие около 10 мм, изъязвление задней створки в области медиальной комиссуры и обратная струя крови. Фотографирование после операции оказалось неуспешным из-за недостаточного освещения. 2. Большой П-ов, 13 лет, история болезни № 60. Диагноз до операции: врожденный порок бледного типа, клапанный стеноз легочной артерии. При ревизии легочного клапана диагноз подтвержден — вместо нормального трехстворчатого клапана легочной артерии определяется мембрана с точечным отверстием. Чрезпредсердным доступом осуществлена инструментальная вальвулодилатация. При ревизии — образование отверстия около 20 мм, закрывающегося двухстворчатым вновь образованным клапаном. При фотографировании клапана хорошо видны мембрана, по центру разделенная на две равные части (створки), и свободный выход в легочную артерию.

Из особенностей применяемой методики следует отметить возможность осмотра и фотографирования клапанов сердца в потоке крови без применения надувной муфты, заполняемой физиологическим раствором, что принципиально отличает ее от методики, предложенной Капани [1].

Фотографирование проводилось фотоаппаратом марки «Зенит-3М». Для освещения использовалась фотовспышка от «Луч-а-64». Свет вводился через волокно, находящееся в зонде специально для освеще-

ния. Как при киносъемке, так и при фотографировании использовалась универсальная насадка.

Предлагаемая нами методика кардиоскопии тонким волоконно-оптическим зондом позволяет уже сейчас объективно оценивать состояние клапанов сердца до операции и увидеть результаты операции, ранее оценивавшиеся только пальпаторно. Кроме того, описанные исследования открывают большие перспективы в изучении архитектоники работающего сердца, а также пути к новой форме визуальной дооперационной диагностики многих пороков сердца.

Институт экспериментальной  
и клинической хирургии  
МЗ СССР

(Поступило 26.2.1970)

ქვეყნიერების მედიცინა

ა. მრისთავი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ვ. ფუფინი,  
ბ. ჯურაბული, გ. ბაგრატიანი, დ. ცაბუაშვილი, ე. მგვილიანი

გულის შიდა გამოკვლევის ახალი მეთოდი ოპტიკურ-ბოჭკოვანი  
ზონდის გამოყენებით

რეზიუმე

აღწერილია კვლევის ახალი მეთოდი, დამყარებული ბოჭკოვან-ოპტიკური ზონდის გამოყენებაზე სხვადასხვა სახის მანკით დაავადებული გულის ოპერაციის ჩატარების დროს.

EXPERIMENTAL MEDICINE

K. D. ERISTAVI, V. I. FUFIN, A. I. KURKHULI, H. I. GAPRINDASHVILI,  
A. M. TSATUROV, G. G. MSHVELIDZE

### A NEW METHOD OF INTRAHEART INVESTIGATION BY MEANS OF A FIBER-OPTICAL PROBE

Summary

A new method of clinical investigation of the heart by means of a fiber-optical probe during operation for various heart diseases is presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. N. S. Kapany. Fiber optics. Principles and Applications. New York—London, 1967.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

В. А. КУРЦХАЛИЯ, Р. Л. ГОЛОВНЯ

### ВЛИЯНИЕ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО (СВЧ ЭМ) ПОЛЯ ДЕЦИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА НА ТЕЧЕНИЕ ОСТРОГО АСЕПТИЧЕСКОГО ВОСПАЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПОЛОВЫХ ОРГАНОВ

(Представлено академиком К. Д. Эристави 4.2.1970)

За последнее десятилетие в физиотерапевтической практике при различных заболеваниях половых органов широко применяется СВЧ ЭМ-поле дециметрового и сантиметрового диапазона. В то же время литература по применению СВЧ ЭМ-поля в гинекологии немногочисленна и посвящена вопросу лечения хронических воспалительных процессов женских половых органов [1—3]. Действие же этих волн при острой стадии воспаления не изучено.

Подавляющее большинство авторов, опасаясь генерализации процесса, выступают против применения в остром периоде заболевания физиотерапевтических методов лечения. Все вышесказанное дало нам повод изучить данный вопрос в эксперименте. Объектом наших исследований служили 50 половозрелых крольчих, составивших 6 серий, каждая из которых включала контрольных и подопытных животных.

Контрольным и подопытным животным при соблюдении всех асептических условий производили чревосечение и вызывали острое асептическое воспаление внутренних половых органов путем введения очищенного скипидара в количестве 0,2—0,3 мл в толщу маточных рогов и в их просвет, а части экспериментальных животных скипидар вводился в толщу широких связок. Через 24 часа после операции подопытных животных облучали СВЧ ЭМ-полем дециметрового диапазона. Контрольные животные не облучались. Подопытных и контрольных животных забивали на следующий день после последнего сеанса СВЧ ЭМ-поля и внутренние половые органы изучали макро- и микроскопически. Окраска препаратов гематоксилин-эозином по Ван Гизону.

Для СВЧ-терапии был использован аппарат «Волна 2а», сконструированный инженером А. Р. Левинсоном в НИИЭМП. Рабочая частота аппарата 460 мгц+1%, максимальная выходная мощность 100 вт, длина волны 65 см, цилиндрический излучатель диаметром 15 см, зазор 5 см. Сеансы продолжительностью в 10 мин животным проводили ежедневно (курс—10 процедур). Мощность облучения в различных сериях по 10—20—40 мвт/см<sup>2</sup>. Для установления срока развития воспалительного процесса часть животных забивали спустя 24, 48 и 72 часа и одного забивали через месяц с момента создания очага воспаления.

При аутопсии первых трех животных макроскопически отмечалось фиброзно-гнойное воспаление половых органов и тазовой брюшины. Рога матки отечны, спаяны между собой, и с мочевым пузырем и кишечником. На их поверхности отмечаются серовато-белые фиброзные налеты. В широкой связке, на месте введения скипидара, образовался абсцесс. Микроскопически отмечается отек всех слоев маточного рога резкая гиперемия, мелкоклеточная инфильтрация, периваскулярное и перигландулярное расположение воспалительных инфильтратов в широкой связке, на месте инъекций—гнойно-некротический распад тканей.

Картина воспаления возрастала соответственно сроку его воспроизведения и развития.

Что же касается микроскопической картины половых органов четвертого животного, то отмечалась резкая атрофия всех слоев маточных рогов. Мышечный слой, бедный кровеносными сосудами, замещен соединительной тканью, эндометрий почти отсутствует, лишь в нескольких местах отмечаются единичные атрофические железы.

Макроскопическая и микроскопическая картина у всех контрольных животных остальных пяти серий была одинаковой, приводим их характеристику вместе. Макроскопически отмечалось гнойно-фиброзное воспаление маточных рогов и тазовой брюшины. Маточные рога отечны, резко гиперемизированы, темно-вишневого цвета, спаяны между собой и частично с тонким кишечником и брюшиной. Микроскопически — резкое кровонаполнение сосудов всех слоев рога матки и широких связок. Гнойно-фибринозное воспаление стенок рога матки, отек стромы, очаговая и диффузная воспалительная инфильтрация мышечного слоя и эндометрия, периваскулярное и перигландулярное расположение воспалительных инфильтратов, местами некроз эндометрия. У контрольных же животных 5-й и 6-й серий, которым вводили скипидар, кроме маточного рога и в толщу широкой связки, развились гнойные воспаления и абсцессы на месте введения скипидара.

Данные микроскопического исследования показали, что в случае применения дециметровых волн малой мощности ( $10 \text{ мвт/см}^2$ ) воспалительный процесс у подопытных животных второй серии полностью не купировался, однако воспалительные изменения были выражены слабее, чем у контрольных. Микроскопически умеренная гиперемия мышечного слоя и эндометрия, местами очаговая мелкоклеточная лейкоцитарная инфильтрация, единичное периваскулярное и перигландулярное расположение воспалительных инфильтратов. При применении дециметровых волн мощностью  $20\text{—}40 \text{ мвт/см}^2$  (третья и четвертая серии) у подопытных животных явления воспаления были выражены крайне слабо, что проявлялось в незначительной гиперемии сосудов мышечного слоя и эндометрия, местами отмечалась незначительная очаговая мелкоклеточная инфильтрация в стадии обратного развития, в эндометрии пыльное развитие желез. У подопытных животных пятой и шестой серий, которым скипидар вводился и в толщу широкой связки (облучение  $40 \text{ мвт/см}^2$ ), при аутопсии найдена картина гнойного воспа-

ления и абсцесс широкой связки. Микроскопически имеется общее диффузное воспаление рога матки и гнойно-некротическое воспаление клетчатки широкой связки.

Однако надо отметить, что воспалительные явления в роге матки были выражены сравнительно слабее, чем у контрольных животных. При микроскопическом исследовании яичников всех животных, особенно облученных, особых патологических изменений не было обнаружено. В большинстве случаев отмечалась гиперемия сосудов яичника. Только в яичниках двух облученных животных пятой серии отмечены кистозные расширения 1—2 граафовых фолликулов.

Материалы эксперимента показывают, что результаты облучения СВЧ ЭМ-полем дециметрового диапазона зависят от локализации воспалительного очага и от мощности облучения. Наиболее благоприятные результаты были получены там, где асептическое воспаление вызывалось изолированно в роге матки. При локализации воспалительного процесса в широкой связке эффект был менее выражен. Наиболее оптимальной мощностью СВЧ ЭМ-поля оказал 20—40 мвт/см<sup>2</sup>.

Полученные нами экспериментальные данные позволяют утверждать, что СВЧ ЭМ-поле дециметрового диапазона является мощным физическим фактором, способствующим рассасыванию воспалительных инфильтратов и рекомендовать применение этих волн в ранней стадии острого воспалительного процесса.

Тбилисский государственный институт  
усовершенствования врачей

(Поступило 5.2.1970)

მაკაბერიძეშვილი გეორგიანა

3. კურსხალია, რ. გომოციანი

ზემაღალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველის დეციმეტრული დიაპაზონის ტალღის გავლენა სასქესო ორგანოების მწვავე ასეპტიური ანთეზის მიმდინარეობაზე

რეზიუმე

შესწავლილია ზემაღალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველის დეციმეტრული დიაპაზონის ტალღების გავლენა სასქესო ორგანოების მწვავე ანთეზადი პროცესის მიმდინარეობაზე. ექსპერიმენტულმა გამოკვლევებმა გამოავლინა ამ ტალღების მძლავრი ანთეზის საწინააღმდეგო მოქმედება და მიზანშეწონილობა მისი გამოყენებისა მკურნალობის მიზნით ანთეზადი პროცესის მწვავე სტადიაში.



EXPERIMENTAL MEDICINE

V. A. KURTSKHALIA, R. L. GOLOVNYA

THE EFFECT OF SUPER-HIGH FREQUENCY  
ELECTROMAGNETIC FIELD (SHF EF) OF DECIMETRE  
RANGE ON THE COURSE OF ACUTE ACCEPTIC INFLAMMATORY  
PROCESS OF THE GENITALS

## Summary

Experimental data on the effect of SHF EF on the course of an acute inflammatory process of the genitals are discussed. These data show the powerful anti-inflammatory action of these waves and the advisability of their use in the acute stages of the disease.

## შიბრაბობა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Паладин, Ф. И. Спасская, Р. С. Якубович. Акушерство и гинекология, 4, 1962, 69—74
2. Г. А. Писаревская, В. И. Рокитанский, М. Г. Федорченко. Сб. «Курортное лечение гинекологических больных». Киев, 1967, 80—83.
3. Н. Е. Логинова. Акушерство и гинекология, 3, 1964, 102—106.

И. Г. ТАКТАКИШВИЛИ

## НОВЫЙ АРЦИКАРДИУМ ИЗ ПЛИОЦЕНА ГРУЗИИ

(Представлено академиком Л. Ш. Давиташвили 11.2.1970)

Плиоценовые отложения Западной Грузии содержат множество неизвестных и своеобразных форм моллюсков, изучение которых способно пролить свет на происхождение и развитие плиоценовой фауны эвксина в целом. Описанию одной из них и посвящена данная работа.

*Arcicardium oraphense* Taktakischvili, sp. nov.

(Рис. 1—2)

Д и а г н о з. Раковина средних размеров, удлинненно-округлая, сильно выпуклая, килеватая, резко неравносторонняя, умеренно толстостенная. Наружная поверхность покрыта плоскими ребрами, отделяющимися друг от друга тонкими нитевидными промежутками: на переднем поле 20—25 ребер, на заднем—столько же. Замок беззубый, иногда наблюдается слабый зубовидный отросток, развитый лучше на правой створке; замочная пластинка сильно утолщенная.

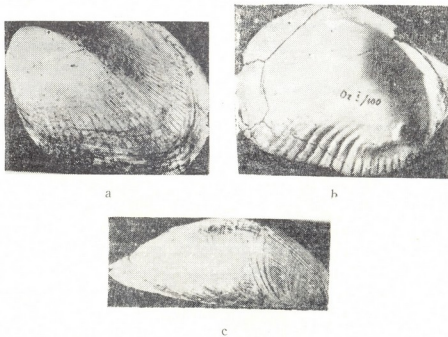


Рис. 1. Обр. № 1/100, голотип (р. Орапо, верхний киммерий)

Описание. Удлинненно-округлая раковина средних размеров сильно выпуклая, килеватая, резко неравносторонняя и более или менее толстостенная, причем передняя часть раковины довольно массив-

ная, а задняя значительно тоньше. Передний край плавно переходит в верхний и нижний края; последний прямой и также незаметно сливается с задним, а верхний край вместе с задним образует крыловидное расширение.



Рис. 2. Обр. № 1/101 (то же местонахождение)

Макушка резко сдвинута вперед, венчая собой уже не верхний, а передний край; она развита довольно хорошо, килевата, ребриста и заметно выступает над замочным краем. Киль развит неодинаково: на макушке он отчетливый, но затем постепенно слабеет, хотя и прослеживается до самого заднего угла; иногда ближе к середине, а то и раньше он полностью исчезает. Переднее поле несколько шире и выпуклее заднего, однако последнее круче. Наружная поверхность покрыта многочисленными неширокими и плоскими ребрами, вплотную прижатыми друг к другу и отделяющимися нитевидными промежутками. Число ребер на переднем поле 20—25, и здесь они несколько шире, чем на заднем, где их примерно столько же. На наружной поверхности можно наблюдать и грубые выступы, числом до 10, сконцентрированные обычно по краям раковины и образующие слабую суперфетацию.

Замок беззубый, но иногда на месте кардинального зуба можно наблюдать небольшой зубовидный отросток, особенно хорошо видимый на правой створке; на левой же створке имеется лишь еле заметный валик. Лигаментная пластинка широкая и короткая, не доходящая и до середины верхнего края. Щитка нет, луночка неясственная. Весь замочный край заметно утолщен и массивен.

Внутренняя поверхность ребриста, но ребра видны лишь у нижнего края; в средней части они развиты лучше, иногда воронкообразны и тянутся вверх, но вскоре начисто сглаживаются. Мантийная линия неясственная; передний мускульный отпечаток округлый, глубокий и морщинистый, задний едва заметный.

Размеры:

	Длина	Высота	Выпуклость	Отношения	
	(a)	(b)	(c)	(b:a)	(c:b)
Обр. № 1/100	48,6	35,7	16,3	0,73	0,46

Сравнения и общие замечания. Наиболее характерной особенностью *Arc. oraphense* является положение ее макушки: она резко сдвинута вперед и, как отмечалось, фактически находится

уже не на верхнем крае раковины, а на переднем, сильно приближаясь еще и к нижнему краю; более того, макушка заметно выступает перед передним краем, что придает раковине еще более асимметричный вид и ставит эту форму в обособленное положение от остальных представителей рода. Поэтому проследить филогенетические связи между ними становится затруднительным. Во всяком случае, отличия нашего вида от остальных арцикардиумов настолько значительны, что ни один из них не может рассматриваться в качестве его непосредственного предка.

Сильным утолщением передней части раковины и в какой-то степени строением замочного края, наличием рубого и морщинистого отпечатка переднего мускула *Arc. oraphense* несколько напоминает *Arc. acardo*, что позволяет допустить некоторую связь между ними. Вопрос этот следует оставить открытым до накопления новых материалов. Любопытно, что своей асимметричной раковиной наша форма несколько напоминает киммерийские плагиодаки и отчасти — стенодаки, что вызвано скорее одинаковым или сходным образом жизни, чем генетическим родством.

Местонахождение. Западная Грузия, Гурия, Махарадзевский район, левый берег р. Орапо.

Распространение. Верхнекиммерийские слои Гурии.

Возраст. Средний плиоцен, киммерийский ярус.

Голотип. Обр. № 1/100. Западная Грузия, Махарадзевский район, левый берег р. Орапо, верхи киммерийских слоев. Музей Ин-та палеобиологии АН СССР.

Число изученных экземпляров — 4.

Академия наук Грузинской ССР

Институт палеобиологии

(Поступило 13.2.1970)

პალეობიოლოგია

ი. თავთაძისილი

ახალი არციკარდიუმი საჰარტველოს კლიოცენური ნალექებიდან

რეზიუმე

დეტალურადაა აღწერილი კარდიუმის ოჯახის გვარ არციკარდიუმის ახალი წარმომადგენელი *Arc. oraphense*, ნაპოვნი მდ. ორაფოს (მახარაძის რაიონი) ზედაკიმერიულ ნალექებში.

I. G. TAKTAKISHVILI

A NEW *ARCICARDIUM* FROM THE PLIOCENE OF GEORGIA

## Summary

A new representative of the genus *Arcicardium* (*Cardiidae*)-*Arc. oraphense* is described from the Upper Cimmerian deposits of the left bank of the Orapo river (western Georgia, Makharadze district).

ზ. სარგველაძე

ორი ზანური ზმნური ძირის ძველქართული შესატყვისებისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა თ. გამყრელიძემ 12.2.1970)

მონათესავე ენათა შედარებითი ლექსიკონის შედგენისას ფანსაკუთრებული ყურადღება ისეთ ფორმებს ექცევა, რომლებიც უძველეს წერილობით ძეგლებშია დადასტურებული. სიტყვამ ენის განვითარების პროცესში შეიძლება ბგერითი სახე იცვალოს. შედარებისას პრიორიტეტი სიტყვის უფრო არქაულ ფორმას უნდა მიენიჭოს. ზან. დიმჰკუ, დუმჰკუ (ჰან) და სვან მე (რ) შკიდ ფორმებს უდარებენ არა ახალი ქართულის ჰიანჰკე-ლა'ს, არამედ ძველ ქართულ ტექსტებში დადასტურებულ ჰინჰკელ'ს.

აქ განვიხილავთ ორ ქართულ-ზანურ ლექსიკურ ერთეულს, რომელთა არქეტიპები ქართველურ ენათა შედარებით ლექსიკონებში მცდარად არის აღდგენილი იმის გამოც, რომ სათანადოდ არ არის გათვალისწინებული ძველი ქართული ენის მონაცემები.

1. ჰან. -შოლ-; მეგრ. -შოლ- „დასეულება“ ძირის შესატყვისად არან. ჩიქობავას მიიჩნია ქართ. სველ- (ძვ. ქართ. სუელ) ([1], გვ. 362). ეს ზოსაზრება გაზიარებულია ქართველისტიკაში ([2], გვ. 17; [3], გვ. 131—132; [4], გვ. 174; [5], გვ. 89).

არან. ჩიქობავას აზრით, ჰან-მეგრ. შოლ- მიღებულია შველ'-ისაგან. შვ შესატყვისება ქართ. სვ-ს, ელ საერთოა ([1], გვ. 362). შმიდტისა ([3], გვ. 131—132) და გ. კლიმოვის ([4], გვ. 174) ვარაუდით ჰან. ო მიღებულია ვე-საგან<sup>1</sup>.

ვფიქრობთ, ქართ. სველ უშუალოდ არ უნდა უკავშირდებოდეს ჰან. შოლ-ს. ძველ ქართულ ტექსტებში არ გვაქვს სუელი. ამ მნიშვნელობით იხმარება დასოვლებული ო დასოვლებული: „და ვითარცა სამოსელი სისხლითა დასოვლებულ და შეღებულ არნ, სამოსელსა ხოლო დასოვლებაჲ სისხლითა არა ჰკონიენ“ (შატბ. კრებ. 94r, 17—21).

დასოვლებული წარმოადგენს ენებითი გვარის მიმღობას დასოვლება ზმნისა. ძველ ქართულში ეს ზმნა სხვადასხვა პრეფერბით საკმაოდ წმირია:

„და აღისოვლა სისხლითა“ (უდაბნ. მრავალთ. 144r, 6—7b); „რავამს დასოვლდიან იგინი ზეთითა (ექუს. დღ. (აბ.) 120, 1—2); რავამს მოიწიოს ზამთარი და დასოვლდენ წყალთაგან (A—35 2v, 16—17); „ერთსა ქალაქსა არა უწვმო, ერთი ნაწილი შეისოვლოს და ერთი ნაწილი არა შეისოვლოს და ნაწილსა მას, რომელი არა შეისოვლოს, იგი განგმეს (პარიზ. ლექც. 25r, 24—30a).

<sup>1</sup> ვე>ო ზანურში უდავო მაგალითებით არაა ილუსტრირებული ([3], გვ. 44), თანაც სუელ-ის შესატყვისად ზანურში შველ უნდა გვექონოდა; ვა არ იძლევა ო-ს; შდრ. ქუელი: ხვალ „ხველება“, ყველ: ცვალ „ყველი“ და სხვა.







საქმე ისაა, რომ სოველ არ გამოიყვანება სუელ-ისაგან, მაშინ როცა სოველ > სუელ იხსნება ქართული ენის ისტორიაში მომხდარი ხმოვანთა კომბინატორული ცვლილების შედეგად.

2. ჭან. ნ-ქორ, მეგრ. ქილ || ქირ ზმნური ერთეულების შესატყვისად არნ. ჩიქობავა მიიჩნევს ქართ. მთქნარ || ფქნარ-ს ([1], გვ. 339). ამ დაკავშირებას გ. კლიმოვიც იზიარებს ([4], გვ. 134). არნ. ჩიქობავა წერს: „ქართულში მთქნარება-ს პარალელურად მოიპოვება ფქნარება (საბა); ამ უკანასკნელში თავიკიდური ფ ისევა განვითარებული, როგორც ნ ჭანურში“ ([1], გვ. 340). გ. კლიმოვი არას ამბობს ფ-ს შესახებ. არნ. ჩიქობავას აზრით, აქ ძირეულია ქ, თ-ს შესახებ არაფერია ნათქვამი.

რომ არაფერი ვთქვათ სიტყვის ამგვარი დაშლის ნებისმიერობაზე, სიძნელეს ისიც ქმნის, რომ ფქნარება/მთქნარება ფორმათა სინქრონიულ ფაქტებად ჩათვლა გაუმართლებელი ჩანს: ძველ ქართულში გეჭონდა ფქნარება, მთქნარება ახალი ქართულის ფაქტია.

ნიმუშები ძველი ქართულიდან:

„მიიწიოს შენ ზედა ძილი და ფქნარება ა (ითიკა 96 r, 24—25); „და ამას ეწოდების ფქნარება (გრ. ნოსელი, კაცისა აგებულბისათჳს 170,8).

ვფიქრობთ, რომ ახალი ქართული მთქნარება < ფქნარება სგან ჯერ მ-ს განვითარებით და შემდეგ მ ფქ კომპლექსის დაძლევით.

სავარაუდოა, რომ ზანურ-ქართული იზოგლოსის არქეტიპია \*ფქნარ- || \*ფქნარ-.

არქეტიპთა რეკონსტრუქციის დროს სპეციალურ განხილვას საჭიროებს ზანურ ფორმათა ვოკალიზმი (ჭან. თ, მეგრ. ი, ქართ. ა-ს შესატყვისად) (1). ამ ფაქტის ტიპოლოგიურ პარალელს წარმოადგენს ქართ. ჭარ—(დავჭარი) ჭან. ჭკორ-, მეგრ. ჭკირ-. ამ მონაცემთა მიხედვით ქართ.-ზან. ფორმათა არქეტიპად თვლიან \*ჭრ-ს ([5], გვ. 358). ამდენად სავარაუდოა, რომ მეგრ.-ჭანურისათვის ჩვენთვის საინტერესო ფორმაში ამოსავალი იყოს \*ფქნარ- (მარცვლოვანი რ სონანტის ვოკალიზაციის პროცესში ჭანურში ო მივიღეთ, მეგრ. ი ხმოვნის საპირისპიროდ), \*ფქნარ ალბათ წარმოადგენს აორისტი III სუბ. პირის ფორმას მოდელისა: ნულოვანი აწმყო: ნულოვანი აორისტი. არაა გამორიცხული მეორე მოდელიც: ნულოვანი აწმყო, აორისტი კი განხმოვანების სრულ საფეხურზე (მესამე პირში განხმოვანების ნულ საფეხურზე). რაც შეეხება ქართულს, როგორც ძველი ქართულის ფქნარ- გვიჩვენებს, ამ შემთხვევაში ზანურისაგან განსხვავებული მოდელია საგულღებელი: აწმყო \*ფქნარ-, აორისტი \*ფქნარ-; (შდრ. \*გწერ—\*გწერე).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

კ. კვეციანის სახელობის ზელნაწერთა

ინსტიტუტი

(შემოვიდა 13.2.1970)

(1) ფქ კომპლექსი ზანურში გამარტივდა ტ. გულდავას მიერ დადგენილი წესის მიხედვით.

З. А. САРДЖВЕЛАДЗЕ

 О ДРЕВНЕГРУЗИНСКИХ СООТВЕТСТВИЯХ ДВУХ ЗАНСКИХ  
 ГЛАГОЛЬНЫХ ОСНОВ

## Резюме

В научной литературе высказано мнение, что грузинским соответствием занской основы შოლ-—*šol-* „намочить“ является სუელი—*sweli* „мокрый“. При сопоставлении этих форм не учитывается то обстоятельство, что სუელი-ი является неологизмом, эта форма происходит от სოველი—*soveli* „ibid“. Мы предполагаем, что закономерным соответствием занской შოლ- следует считать древнегрузинскую глагольную основу სოვლ- *sovl-*.

Соответствием занского корня ნქორ—*nkor/ქირ—kir*. „зевать“ считается მთქნარ—*mtknar*. „ibid“. Дело в том, что მთქნარ- новогрузинский вариант, происходящий от древнегрузинского ფქნარ—*pknar-* в результате фонетических изменений. В статье дана попытка установить связь этой последней формы с занским соответствием.

LINGUISTICS

Z. A. SARJVELADZE

 ON THE OLD GEORGIAN CORRESPONDENCES OF TWO ZAN  
 VERB STEMS

## Summary

In the special literature the Georgian სუელი-ი (*sweli*, 'wet') is considered to be a correspondence of the Zan stem შოლ (*sol*-to be wetted). However, სუელი (*sweli*) derives from სოველი (*soveli*). In the writer's view the correspondence of the Zan stem is the Old Georgian სოვლ (*sovl*). The Modern Georgian მთქნარ (*mtknar*) is generally believed to correspond to the Zan stem ნქორ/ქირ (*nkor/kir*='yawn'). In reality, it is the Old Georgian ფქნარ ("pknar") that corresponds to the Zan ნქორ/ქირ (*nkor/kir*).

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. არნ. ჩიქობავა. ქანურ-მეგრულ-ქართული შედარებითი ლექსიკონი. თბილისი, 1938.
2. თ. გამყრელიძე. სიბილანტთა შესატყვისობანი და ქართველურ ენათა უმველესი სტრუქტურის ზოგი საკითხი. თბილისი, 1959.
3. K. H. Schmidt. Studien zur Rekonstruktion des Lautstandes der südkaukasischen Grundsprache, Wiesbaden, 1962.
4. Г. А. Климов. Этимологический словарь картвельских языков. М., 1964.
5. თ. გამყრელიძე, გ. მაქავარიანი. სონანტთა სისტემა და აბლაუტი ქართველურ ენებში. თბილისი, 1965.
6. გ. როგავა. ქართველურ ენათა ისტორიული ფონეტიკის საკითხები. თბილისი, 1962.

Г. С. МАМУЛИЯ

## К ВОПРОСУ О МОНАСТЫРСКОЙ ИДЕЕ ГРИГОРИЯ ХАНДЗТИЙСКОГО

(Представлено академиком С. Г. Каухчишвили 3.1.1970)

Приступая к государственному строительству в Тао-Кларджети, куропалат Ашот сознавал, что во вновь отстраиваемой стране воссоздание гринского государственного организма было возможно лишь воссозданием церковного организма Мцхетского католикосата. Поэтому основным социальным вопросом для куропалата Ашота был вопрос о соотношении внутренних общественных сил давно сформировавшейся грузинской церкви и формировавшегося еще на новой основе грузинского государства, а в самой церкви — вопрос о соотношении двух сословий — белого и черного духовенства.

Монашество — лишь это церковное сословие, по убеждению куропалата Ашота, было способно в создавшейся исторической обстановке того времени облачить грузинскую церковь в желаемую ему форму, оно должно было обосновать суверенитет «Царства Грузин», добиться религиозного единства страны и освятить притязания Багратионов на царскую корону Грузии. Призвав монашество к делу, куропалат Ашот углубил и расширил четко вычерченные идейно-политические тенденции вышедшего за границы Картли феодализирующегося грузинского общества. Предвосхитив идеи «Царства Грузин» на столетия вперед, благодарное ему потомство и поминало его «Ашотом Великим».

Григорий Хандзтийский хорошо понимал смысл государственно-церковной политики Ашота Багратиони и его сыновей. Ему с самого же начала было ясно, что со столь ответственной национальной задачей монашество могло справиться лишь в форме организованной, активной социальной силы. В такую же силу можно было обратиться лишь киновиальное монашество [1]. Поэтому после получения монашеской схимы Григорий Хандзтийский со своими братьями приступил к строительству киновии. В Хандзте, по словам Георгия Мерчуле, «блаженный отец Григорий сначала построил деревянную церковь, а потом свой скит братьям по маленькой келье и большую комнату в качестве трапезной» ([2], стр. 91).

В киновии, по мнению Григория Хандзтийского, не полностью утрачивались те преимущества монашеской жизни, достичь которых было возможно лишь в условиях отшельничества. Сам Григорий Хандзтийский прошел строжайшую школу отшельнической жизни ([2], стр. 87), о самом же большом почтении к жизни анахоретов свидетельствует отношение Григория Хандзтийского к хандзтийскому старцу — Хуедию



([2], стр. 88—89). Поэтому, чтобы киновия как общежительный монастырь не подавляла бы уединенно-созерцательную жизнь монахов, Григорий Хандзтийский с целью внедрения элемента отшельничества в киновию установил киновию с затвором. Следовательно, Григорий Хандзтийский учредил такой образ общежительной жизни, в которой можно было совместить все то лучшее, что мог обрести подвижник в жизни отшельнической. В этом смысле общежительные монастыри Григория Хандзтийского представляли из себя как бы совокупность келлий отшельников, но целым и единым корпусом, в котором каждый был способен так держать себя, как будто он один. Вот почему хандзтийский монастырь включал в себя и келлиотов. Как известно, келлиотами назывались монахи, жившие в отдельных кельях [3], которые находились в отдалении от келлий общежительного монастыря. Эти кельи не были самостоятельны и принадлежали хандзтийскому монастырю, а так как монашеская братья Григория Хандзтийского делилась на рясоносцев и схимников ([2], стр. 115), то келлиотом мог быть лишь схимник ([2], стр. 112), ибо келлиотская жизнь полагалась опытным подвижникам, каковы и были схимники. Им можно было доверить воспитание духовных детей. Григорий Хандзтийский вверил для воспитания находившихся в отроческом возрасте Арсения и Ефрема своим ближайшим братьям-келлиотам Феодору и Христофору. Согласно словам Георгия Мерчуле, «Феодор и Христофор, духовные отцы, имевшие кельи в одном месте, поодаль от других братьев, повели богоносных отроков к себе, как заповедал блаженный Григорий» ([2], стр. 105). Опытным же монахам позволялось сменить образ монашеской жизни вообще и перейти к отшельничеству. «Великий пустынный Михаил», сделавшись монахом в Миднадзоре, «стремился к отшельничеству, нашел для себя место-пребывание в пещерах Бергы, поселился с ведома нашего святого (Григория Хандзтийского — Г. М.) в них и прекрасно преуспевал в добродетелях Господа» ([2], стр. 113). Но ни келлиотская, ни отшельническая жизнь не полагалась без духовного руководства, почему и келлиоты Феодор и Христофор, как и отшельник Михаил, не смели что-либо предпринять самостоятельно, не испросив разрешения предварительно у духовного отца — Григория Хандзтийского.

Из всех форм монашеской жизни лишь насаждаемое Григорием Хандзтийским киновиальное монашество обладало огромной созидательной силой. Киновии Григория Хандзтийского представляли из себя проникнутые идеалом равноправия трудовые общины мистиков. В основе этих общин лежали совместная молитва, совместная трапеза и совместный труд. В монастыре сходились равноправными гражданами все социальные сословия феодальной Грузии ([2], стр. XI). Григорий Хандзтийский, как известно, принадлежал к высшей аристократической знати, а монашествующий епископ Захарий в детстве пас ягнят ([2], стр. 137), настоятель же Хандзты отец Василий был сыном служанки и в юности смотрел за ослом ([2], стр. 111, 150). Частная собственность отсутствовала, и феодальной ренты монастыри не присваивали. По сло-





вам Георгия Мерчуле, Григорий Хандзтийский «очень любил труд не только молитв и поста, но и ручной работы, день и ночь работал руками, как говорит Павел: если кто не хочет трудиться, тот не ешь» ([2], стр. 140, [4]). Следуя завету апостола Павла, монахи собственноручно строили монастыри и церкви при монастырях, работали в поле, в винограднике и т. п., потому и Георгий Мерчуле справедливо называет Григория Хандзтийского «градоделцем пустынь» ([2], стр. 84).

«Грузинский Синай», или «монашеская республика» «Царства Грузин», состоял из двенадцати монастырей, четыре из них были основаны Григорием Хандзтийским. Георгий Мерчуле сохранил нам имена и других организаторов монашеской жизни, каковы были «игумен Миднадзора, великий отец, возделенный Давид, строитель монастырей, и блаженные ученики его Илларион, отец и строитель Цкаростава, и отец Захарий, строитель Баретелты» ([2], стр. 108). Все это монашеское движение возглавлял хандзтийский монастырь и, в первую очередь, благодаря хандзтийской братии, грузинское монашество сложилось в независимую активную социальную организацию. Хотя и не без преувеличения, но все же по-видимому, близки к истине слова Георгия Мерчуле о том, что «все время, пока жил наш блаженный (Григорий Хандзтийский — Г. М.) святые отцы настоятели монастырей заготавливались в Хандзте» ([2], стр. 115); потому и справедливое утверждение Григория Хандзтийского — «отцы моего монастыря добродетелями выше монахов сего времени» — ([2], стр. 97) было идейным обоснованием гегемонии хандзтийской братии не только в грузинском монашестве, но и в иерархии грузинской церкви. Не кто иные как иноки хандзтийского монастыря посредством занятия главнейших епископских кафедр провели реформу церкви грузинской [5].

Внутреннюю организацию монашества «Царства Грузин» пронизывал принцип монархизма. Практикуемое до подвижничества Григория Хандзтийского стихийное анахоретство было подчинено церковной иерархии, и монашество «Царства Грузин» под духовным руководством архимандрита Григория сложилось в крепкоспаянную организацию. Как духовный отец Григорий Хандзтийский пользовался неограниченной властью над монашеской братией и воля его рассматривалась, как воля самого Христа.

Прибрав к рукам основные епископские кафедры, следуя воле Григория Хандзтийского, монашество добилось избрания католикосом Грузии возвращенного в хандзтийской обители Арсения. Грузинская церковь на деле стала независимой от власти светской [6], и вместе с нею монашество *eo ipso* стало независимым от иерархии. Слова Григория Хандзтийского — «истинные монахи не находятся ни под чьей властью на земле» — ([2], стр. 103) превратились в реальность. «Независимое монашество» и было той силой, которая обосновала право суверенитета «Царства Грузин», привело страну к религиозному единству, т. е. гражданскому миру, добилось для Багратионов царской короны Грузии. «Независимое монашество» возродило грузинский государственный



организм на исконно грузинской земле — в Тао-Кларджети. Всем же этим Грузия обязана архимандриту «пустынь Кларджети», как он сам имел обыкновение себя поминать — «убоному» Григорию Хандзтийскому [5, 6].

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт истории, археологии  
 и этнографии  
 им. акад. И. А. Джавахишвили

(Поступило 22.1.1970)

ისტორია

ბ. მამულია

### ბრიგოლ ხანძთელის სამონასტრო იდეის საკითხისათვის

რეზიუმე

ბრიგოლ ხანძთელის სამონასტრო იდეას კინოვია წარმოადგენდა. კინო-ვიას კელიები ერთოდა. ოღონდ კელიოტური ცხოვრების უფლება მხოლოდ სქემოსან მონაზნებს ეძლეოდათ. სულიერი მამის ნებართვითა და ზედამხედველობით კინოვიტს მარტოდმყოფობაში გადასვლის უფლებაც ჰქონდა. აღნიშნული ფორმის სამონასტრო ცხოვრების გაშლა „ქართველთა სამეფოს“ ეროვნულ-სახელმწიფოებრივმა ინტერესებმა განაპირობეს.

HISTORY

G. S. MAMULIA

### ON THE QUESTION OF GRIGOL KHANDZTELI'S MONASTIC CONCEPT

Summary

According to the Georgian ecclesiastical figure Grigol Khandzteli (759-861) reclusive coenoby constituted the most appropriate form of monastic life. Coenoby involved kellia as well, which could be occupied only by the most experienced monks. Under the permission and supervision of the spiritual father the monk could turn to the solitary life. Internal organization of monasticism was imbued with the principle of monarchism. As the spiritual father Grigol Khandzteli had unlimited power over the entire monastic brotherhood. The development of coenobitic life was dictated by the state interests of "the Kingdom of the Georgians", for it was only the coenobitic stratum of the monks that was in a position to realize the state ideas of "the Kingdom of the Georgians".

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. DS, t. II, Cenobitisme.
2. Георгий Мерчул. Жизнь св. Григория Хандзтийского. Грузинский текст, введение, издание, перевод Н. Марра, СПб, 1911.
3. Placidus de Meester, De Monachico Statu iuxta Disciplinam Byzantinam, Vat., 1942.
4. И. А. Джавахишвили. История грузинского права, т. II, ч. II. Тбилиси, 1929, 32.
5. Г. С. Мамулия. Сообщения АН ГССР, 55, 3, 754
6. Г. С. Мамулия. Сообщения АН ГССР, 56, 3, 753—756.

შ ი ნ ა ბ რ ს ი — С О Д Е Р Ж А Н И Е — C O N T E N T S

ე. ი. ლენინის დაბადების 100 წლისთავი 3

მათემატიკა—МАТЕМАТИКА—МАТЕМАТИКА

M. G. Tkhelidze. О применении метода Шварца к решению обобщенных краевых задач дифференциальных уравнений эллиптического типа	
*მ. თხელიძე. შვარცის მეთოდის გამოყენების შესახებ ელიფსური ტიპის დიფერენციალური განტოლებების განზოგადებული სასაზღვრო ამოცანებისათვის	7
*M. G. Tkhelidze. On the use of the Schwarz method in solving generalized boundary value problems of elliptic-type differential equations	8
K. O. Japaridze. Об асимптотических оценках максимального правдоподобия параметров спектра гауссовского стационарного процесса с рациональной спектральной плотностью	9
*კ. ჯაფარიძე. რაციონალური სპექტრული სიმკვრივის მქონე სტაციონარული გაუსის პროცესის სპექტრის პარამეტრთა მაქსიმალური დასაჯერობის ასიმპტოტური შეფასებების შესახებ	12
*K. O. Japaridze. On asymptotical maximum likelihood estimates of spectrum parameters of stationary Gaussian process with rational spectral density	12
Дж. В. Капанадзе. Потенциалы Грина и неотрицательные аддитивные функционалы от многомерного диффузионного процесса	13
*ჯ. კაპანაძე. გრინის პოტენციალები და არაუარყოფითი ადიტიური ფუნქციონალები მრავალგანზომილებიანი დიფუზიური პროცესიდან	16
*J. V. Kapanadze. Green's potentials and non-negative additive functionals of a multidimensional diffusion process	16
A. P. Tskitskhvili. Об эффективном решении задачи сопряжения	17
*ა. ციციქვილი. შეუღლების ამოცანის ეფექტურად ამოხსნის შესახებ	20
*A. R. Tsitskishvili. On the effective solution of conjugation problem	20
A. B. Gulisashvili. Оценки функций распределения сумм тригонометрических рядов с монотонно убывающими коэффициентами	21
*ა. გულიშაშვილი. კლებად კოეფიციენტებიან ტრიგონომეტრიულ მწკრივთა ჯამების განაწილების ფუნქციათა შეფასებები	24
*A. B. Gulisashvili. Estimates for distribution functions of the sums of trigonometric series with decreasing coefficients	24

\* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.  
 \* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.  
 \* A title marked with an asterisk refers to the summary of the article.

- Г. Л. Арсенишвили. Об одном классе функционалов для сложных полумарковских процессов с дискретным вмешательством случая 25
- \*გ. არსენიშვილი. რთული ნახვერადმარკოვის პროცესების ფუნქციონალთა ერთი კლასის შესახებ შემთხვევის დისკრეტული ჩარევისას 28
- \*G. L. Arsenishvili. On one class of functionals for complex semi-Markov processes with discrete interference of chance 28
- Т. В. Вепхвадзе. О представлении чисел положительными бинарными квадратичными формами нечетного дискриминанта 29
- \*თ. ვეფხვაძე. დადებითად განსაზღვრული კენტი დისკრიმინანტის მქონე ბინარული კვადრატული ფორმებით რიცხვთა წარმოდგენის შესახებ 32
- \*T. V. Vepkhvadze. On the representation of numbers by the positive binary quadratic forms of odd discriminants 32
- А. А. Едиберидзе. Стохастические графы, обладающие свойствами рекуррентных цепей Маркова особого типа 33
- \*ა. ედიბერიძე. სტოქასტიკური გრაფები, რომელთაც აქვთ განსაკუთრებული სახის რეკურენტული მარკოვის ჯაჭვის თვისებები 36
- \*A. A. Ediberidze. Stochastic graphs with properties of recurrent Markov chains of special type 36
- კიბერნეტიკა—КИБЕРНЕТИКА—CYBERNETICS
- В. В. Чавчанидзе (член-корр. АН ГССР), И. Ш. Чумбуридзе. Описание вероятностных нейронных сетей с помощью стохастических переключаемых функций 37
- \*ვ. ჭავჭანიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ი. ჭუმბურიძე. ალბათური ნეირონული ქსელების აღწერა სტოქასტიკური გადასვლითი ფუნქციების საშუალებით 40
- \*V. V. Chavchanidze, I. Sh. Chumburidze. Description of probability neuron networks by means of stochastic commuting functions 40
- Г. Г. Чараев. Техническая диагностика релейных устройств на модулях 41
- \*გ. ჩარაევი. მოდულურზე რელეური მოწყობილობების ტექნიკური დიაგნოსტიკა 43
- \*G. G. Charaev. Testing for faults in logic modular structures 44
- Л. Л. Чхaidze. Применение проблемы моментов к вычислению направления касательного спуска при решении задач оптимального управления 45
- \*ლ. ჩხაიძე. მომენტების პრობლემის გამოყენება მხები დაშვების მიმართულების ანგარიშისათვის ოპტიმალური მართვის ამოცანების ამოხსნისას 48
- \*L. L. Chkhaidze. Application of the problem of moments to the finding of the tangent descent direction in optimal control problems 48

## ფიზიკა—ФИЗИКА—PHYSICS

- А. Д. Гурчумелия. О локальных обменных потенциалах 49  
 \*ა. ლურჯუმელია. ლოკალურ გაცვლით პოტენციალთა შესახებ 52  
 \*A. D. Gurchumelia. On local exchange potentials 52
- Д. К. Квавадзе, В. П. Копалейшвили, Р. С. Поповиди, В. К. Балахашвили. Дифракция электромагнитных волн на конечной цилиндрической решетке 53  
 \*დ. ყვავაძე, ვ. კობაღეიშვილი, რ. პოპოვიდი, ვ. ბალახაშვილი. ელემტრომაგნიტური ტალღების დიფრაქცია სასრულო ცილინდრულ შესერზე 55  
 \*D. K. Kvavadze, V. P. Kopaleishvili, R. S. Popovidi, V. K. Balakhashvili. Electromagnetic wave diffraction on a finite cylindrical grating 56

## ასტრონომია—АСТРОНОМИЯ—ASTRONOMY

- М. В. Долидзе, Г. Н. Джимшелейшвили. О спектре звезды AG дракона в визуальном участке 57  
 \*მ. დოლიძე, გ. ჯიმშელეიშვილი. ვეღუშაპის AG ვარსკვლავის სპექტრის შესახებ ვიზუალურ უბანში 60  
 \*M. V. Dolidze, G. N. Jimsheleishvili. On the spectrum of AG Dra in visual region 60

## გეოფიზიკა—ГЕОФИЗИКА—GEOPHYSICS

- М. З. Нодиа, А. М. Апакидзе (член-корр. АН ГССР), З. А. Челидзе. Некоторые результаты археоманитного исследования археологических объектов из Кинтвиси 61  
 \*მ. ნოდია, ა. აფაქიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ზ. ქელიძე. ყინწვისის არქეოლოგიური ობიექტების არქეომანტიტური მეთოდით გამოკვლევის ზოგიერთი შედეგი 63  
 \*M. Z. Nodia, A. M. Apakidze, Z. A. Chelidze. Some results of an archeomagnetic investigation of archeological objects from Qintsvisi 63
- З. А. Челидзе. Результаты исследования четырех археологических объектов XVII века с помощью археоманитного метода 65  
 \*ზ. ქელიძე. XVII საუკუნის ოთხი არქეოლოგიური ობიექტის არქეომანტიტური მეთოდით გამოკვლევის შედეგები 67  
 \*Z. A. Chelidze. Results of an archeomagnetic investigation of four archeological objects of the 17th century 68
- Г. Е. Гугунава, Д. А. Кикиадзе. О возможной связи промежуточного прогнотического горизонта и минимума теплопроводности в верхних слоях Земли 69

- \*ბ. გუგუნავა, დ. კიკნაძე. დედამიწის ზედა ფენებში საშუალოდ გამტარ პორიზონტსა და სითბოგამტარებლობის მინიმუმს შორის შესაძლო კავშირის შესახებ 72
- \*G. E. Gugunava, D. A. Kiknadze. On the possible relationship between the intermediate conducting horizon and minimum of heat conductivity in the upper strata of the Earth 72

## ელექტროქიმია—ЭЛЕКТРОХИМИЯ—ELECTROCHEMISTRY

- Л. Н. Джапаридзе, Г. А. Цагарели, Л. Ш. Гониашвили. Влияние примесей железа на процесс получения электролитической двуокиси марганца 73
- \*ლ. ჯაფარიძე, გ. ცაგარელი, ლ. გონიაშვილი. რკინის მინარეების გავლენა ელექტროლიზური მანგანუმის ორქანვის მიღების პროცესზე 76
- \*L. N. Japaridze, G. A. Tsagareli, L. Sh. Goniashvili. Influence of ferrous impurities on the electrolytic production of manganese dioxide 76
- В. Н. Гаприндашвили, В. Ш. Цвениашвили, Н. С. Хавтаси. Полярнографическое исследование нитропроизводных пиазтиола и пиазселенола в водных буферных растворах 77
- \*ვ. გაფრინდაშვილი, ვ. წვენიაშვილი, ნ. ხავთასი. პიაზთიოლისა და პიაზსელენოლის ნიტროწარმოებულების პოლაროგრაფიული გამოკვლევა ბუფერულ წყალბასნარებში 80
- \*V. N. Gaprindashvili, V. Sh. Tsveniashvili, N. S. Khavtasi. Polarographic investigation of the nitroderivatives of piathiol and piasele-nol in aqueous buffer solutions 80
- Н. Т. Гофман, Г. И. Дарчиани. Совместное выделение водорода и марганца из серноокислых марганец-аммонийных электролитов 81
- \*ნ. გოფმანი, გ. დარჩიანი. მანგანუმისა და წყალბადის ერთობლივი გამოყოფა მანგანუმ-ამონიუმის გოკირდქევა ელექტროლიტებიდან 84
- \*N. T. Hoffmann, G. I. Darchiani. Joint isolation of hydrogen and manganese from manganese ammonium-sulphate electrolytes 84

 ქიმიური ტექნოლოგია—ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ—  
 CHEMICAL TECHNOLOGY

- И. Г. Хизанишвили, Р. А. Мамаладзе. Петрографическое исследование микроструктуры и контактного слоя глазури перлитсодержащего фарфора в зависимости от режима обжига 85
- \*ი. ხიზანიშვილი, რ. მამალაძე. პერლიტის შემცველი ფაიფურის ჭიქურის მიკროსტრუქტურისა და საკონტაქტო ფენის პეტროგრაფიული გამოკვლევა გამოწვის რეჟიმთან დამოკიდებულებით 88
- \*I. G. Khizanishvili, R. A. Mamaladze. Petrographic investigation of the microstructure and contact glaze layer of perlite-containing porcela in depending on burning conditions 88

A. B. Sarukhanishvili, N. K. Kutateladze, M. A. Biadze. Изучение химической устойчивости многомарганцевых стекол в растворах соляной кислоты 89

\*ა. სარუხანიშვილი, ნ. კუთათელაძე, მ. ბიადე. მრავალმანგანუმიანი მიწების ქიმიური მდგრადობის შესწავლა მარლმკეავას ხსნარებში 91

\*A. V. Sarukhanishvili, N. K. Kutateladze, M. A. Biadze. Study of the chemical durability of multimanganese glasses in hydrochloric acid solutions 91

P. I. Agladze (академик АН ГССР), Г. Ш. Мампорня, М. И. Лочошвили, Л. И. Топчиашвили. Получение сульфатных растворов из углеродистого феррsmарганца для производства электролитического марганца 93

\*რ. აგლაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), გ. მამპორია, მ. ლოჩოშვილი, ლ. თოფჩიაშვილი. სულფატური წყალხსნარების მიღება ნახშირბადიანი ფერომანგანუმიდან ელექტროლიზური მანგანუმის წარმოების მიზნით 96

\*R. I. Agladze, G. Sh. Mamporia, M. I. Lochoshvili, L. I. Topchiashvili. Formation of aqueous sulphate solutions from carbonic ferromanganese for electrolytic manganese production 96

#### ფიზიკური გეოგრაფია—ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ— PHYSICAL GEOGRAPHY

ე. ქეიშვილი. ცივ-გომბორის ქედის რელიეფი და გეომორფოლოგიური დარაიონების ცდა 97

\*В. И. Чеишвили. Рельеф Цив-Гомборского хребта и попытка его геоморфологического районирования (Восточная Грузия) 99

\*V. I. Cheishvili. Relief of Tsvi-Gombori ridge (eastern Georgia) and an attempt of its geomorphological regionalization 100

#### ჰიდროლოგია—ГИДРОЛОГИЯ—HYDROLOGY

Н. Г. Мачавариани. Влияние гипсо-морфометрических элементов и литологии на формирование стока взвешенных наносов 101

\*ნ. მაჭავარიანი. ჰიფსო-მორფომეტრიული ელემენტებისა და ლითოლოგიის ზეგავლენა ატენარებული მყარი ჩამონადენის ფორმირებაზე 104

\*N. G. Machavariani. The influence of hypsometric elements and lithology upon the formation of suspended sediment runoff 104

#### გეოლოგია—ГЕОЛОГИЯ—GEOLOGY

Н. Ш. Салуквадзе. К стратиграфии среднеэоценовых отложений восточной части Абхазии 105

\*ნ. სალუქვაძე. აფხაზეთის აღმოსავლეთ ნაწილის შუაეოცენური ნალექების სტრატოგრაფიისათვის 107

\*N. Sh. Salukvadze. On the stratigraphy of the Middle Eocene deposits of the eastern part of Abkhazia 107



- A. G. Laliyev, M. I. Zirakadze. К вопросу о стратиграфии среднего эоцена западной части Аджаро-Имеретинского хребта и генезисе известняков хино 109
- \*ა. ლალიევი, მ. ზირაკაძე. აჭარა-იმერეთის ქედის დასავლეთი ნაწილის შუა ეოცენის სტრატოგრაფიისა და ხინოს კირქვების გენეზისის საკითხისათვის 112
- \*A. G. Laliyev, M. I. Zirakadze. On the stratigraphy of Middle Eocene of the western part of the Ajaria-Imereti range and the genesis of limestones of the village of Khino 112
- Д. Ю. Папавва. Об открытии верхнеюрских и нижнемеловых отложений в пределах Храмовского массива 113
- \*დ. პაპავა. ხრამის მასივზე ზედაიურული და ქვედაკარკული ნალექების აღმოჩენის შესახებ 116
- \*D. Y. Papava. On the discovery of the Upper Jurassic and Lower Cretaceous deposits in the Khrami Massif 116
- Е. И. Девдариани. Новые данные о верхнем эоцене и олигоцене окрестностей г. Тбилиси 117
- \*ე. დევედარიანი. ახალი მონაცემები თბილისის მიდამოების ზედა ეოცენისა და ოლიგოცენზე 120
- \*E. I. Devdariani. New data on Upper Eocene and Oligocene deposits of the Tbilisi environs 120

## პეტროლოგია—ПЕТРОЛОГИЯ—PETROLOGY

- С. Ш. Саркисян. О миграции вещества при метасоматическом образовании жил в габбровом интрузиве окрестностей сел. Лермонтово 121
- \*ს. სარკისიანი. ნეოთერების მიგრაცია შესახებ მეტასომატური ძარღვების ფორმირების დროს სოვ. ლერმონტოვოს (ჩრდილო სომხეთა) შემოვარენის გაბროულ ინტრუზივში 124
- \*S. Sh. Sarkisyan. On the migration of substance during metasomatic formation of veins in the gabbroic intrusive in the vicinity of the village of Lermonotovo (northern Armenia) 124
- Т. Г. Чхотуа. Амфиболиты северо-западной части Южного склона Большого Кавказа в пределах Абхазии 125
- \*თ. ჩხოტუა. კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ჩრდილო-დასავლეთი ნაწილის (აფხაზეთი) ამფიბოლიტები 128
- \*T. G. Chkhotua. Amphibolites from the NW part of the Southern slope of the Greater Caucasus 128

 სამშენებლო მექანიკა—СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА—  
 STRUCTURAL MECHANICS

- В. К. Балавадзе, М. М. Лордкипанидзе. Прямые эксперименты по исследованию прочности бетона при стесненном растяжении 129

- ვ\*. ბალავაძე, მ. ლორთქიფანიძე. პირდაპირი ექსპერიმენტები ბეტონის სიმტკიცის გამოსაკვლეველ შეზღუდულ დაჭიმვისას 131
- \*V. K. Balavadze, M. M. Lordkipanidze. Direct experimental investigation of strength of concrete during constrained tension 132
- З. К. Мадзагуа, М. Г. Тхелидзе. Об определении усилий в однородных комбинированных конструкциях с учетом деформаций ползучести бетона 133
- \*ზ. მაძალუა, მ. თხელიძე. ძალების განსაზღვრის შესახებ ერთგვაროვან კომბინირებულ კონსტრუქციებში ცოცვალობის დეფორმაციების გათვალისწინებით 135
- \*Z. K. Madzagua, M. G. Tkhelidze. On the determination of stress in homogeneous combined constructions with account of the concrete creep deformations 135
- Г. Д. Павленишвили, А. Д. Долидзе. Определение изменения усилий в сборно-монолитных железобетонных конструкциях по теории упруго-ползучего тела 137
- \*გ. ფაულენიშვილი, ა. დოლიძე. ძალეათა ცვლებადობის განსაზღვრა ანაკრებ-მონოლითური რკინაბეტონის კონსტრუქციებში დრეკად-მცოცავი ტანის თეორიით 140
- \*G. D. Pavlenishvili, A. D. Dolidze. Determination of the variation of forces in reinforced concrete constructions according to the theory of elastically-creeping body 140
- Н. Р. Лордкипанидзе. Соображения относительно выбора конструктивной системы горных гостиниц 141
- \*ნ. ლორთქიფანიძე. მოსაზრებანი მთის სასტუმროების კონსტრუქციული სისტემების შერჩევის შესახებ. 144
- \*N. R. Lordkipanidze. Considerations on the selection of design systems for mountain hotels 144

საბადოთა დამუშავება და გამდიდრება—РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И БОГАЩЕНИЕ—EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

- გ. ბერიშვილი, ტ. ელიზბარაშვილი. ქანის ზედაპირზე სხვადასხვა მიმართულების დეტონაციის ტალღის დაცემისას წარმოქმნილი დაძაბულობის ტალღების საწყისი პარამეტრების განსაზღვრა 145
- \*Г. А. Беришвили, Т. Ш. Элизбарашвили. Определение начальных параметров воли напряжений, возникающих при падении на поверхность породы детонационной волны различного направления 148
- \*G. A. Berishvili, T. Sh. Elizbarashvili. Determination of the initial parameters of the stress waves originating during various-direction detonation wave fall on to the rock surface 148

მეტალურგია—МЕТАЛЛУРГИЯ—METALLURGY

- А. А. Гигинеишвили, Г. Н. Звиададзе, Е. М. Надирадзе, Л. И. Зауташвили. Исследование процессов обогащения ртутной руды и восстановление концентратов киновари в вакууме 149

- \*ა. გიგინეიშვილი, გ. ზვიადაძე, ე. ნადირაძე, ლ. ზაუტაშვილი. ვერცხლისწყლის მადნის გამდიდრების პროცესების გამოკვლევა და სინვურას კონცენტრატების აღდგენა ვაკუუმში 152
- \*A. A. Gigineishvili, G. N. Zviadadze, E. M. Nadiradze, L. I. Zautashvili. Investigation of the processes of mercury ore enrichment and reduction of cinnabar concentrates in vacuum 152

მანქანათმშენობლა—МАШИНОВЕДЕНИЕ—  
 MACHINE BUILDING SCIENCE

- P. H. Gogitishvili. Исследование износа направляющих продольно-строгальных станков в условиях их эксплуатации 153
- \*რ. გოგითიშვილი, გრძივ-სარანდი ჩარბების მიმართულებების ცვეთის კვლევა ექსპლუატაციის პირობებში 156
- \*R. N. Gogitishvili. A study of wear of the slideways of planing machine in operating conditions 156

ენერგეტიკა—ЭНЕРГЕТИКА—POWER ENGINEERING

- T. G. Lekishvili. К вопросу о влиянии колебаний напряжения на асинхронные двигатели 157
- \*თ. ლეკიშვილი. ასინქრონულ ძრავებზე ძაბვის რყევების გავლენის საკითხისათვის 160
- \*T. G. Lekishvili. On the problem of the influence of voltage fluctuation on induction motors 160

ელემენტარული ენერგეტიკა—ЭЛЕКТРОТЕХНИКА—ELECTROTECHNICS

- Э. Ш. Абрамидзе. Влияние передаточного числа электровоза на расход энергии для движения поездов 161
- \*ე. აბრამიძე. ელმავლის გადაცემის რიცხვის გავლენა მატარებლის მოძრაობის ენერგიის ხარჯზე 164
- \*E. Sh. Abramidze. Electric locomotive gear ratio effect on energy consumption during the train's motion 164
- В. М. Байков, Б. М. Хачатуров. Трансформаторный делитель напряжения в диапазоне частот 10 ÷ 100 кГц 165
- \*ვ. ბაიკოვი, ბ. ხაჩატუროვი. ძაბვის ტრანსფორმატორული გამყოფი სიხშირის 10 ÷ 100 კჰც დიაპაზონში 168
- \*V. M. Baikov, B. M. Khachaturov. Voltage transformer divider within the frequency range of 10 to 100 kcps 168

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა—АВТОМАТИЧЕСКОЕ  
 УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА—AUTOMATIC  
 CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- P. G. Vachnadze. Об одном методе нахождения гарантированных оценок 169

*რ. ვაჩნაძე. გარანტირებული შეფასებების მოძებნის ერთი მეთოდის შესახებ	172
*R. G. Vachnadze. On one method of discovering guaranteed estimates	172
<b>ენაღაზმცოდნეობა—ПОЧВОВЕДЕНИЕ—SOIL SCIENCE</b>	
ე. მხეიძე, მ. ჯიკაევა. მღელის ყვისფერი ნიადაგების ჰუმუსის შედგენილობის შესახებ	173
*E. A. Mxheidze, M. A. Djikaeva. О составе гумуса лугово-коричневых почв	176
*E. A. Mxheidze, M. A. Jikaeva. On the humus composition of meadow brown soils	176
<b>მამცენარეობა—РАСТЕНИЕВОДСТВО—PLANT GROWING</b>	
ბ. ჭაბუკიანი. სანაწვერალო ლობიოს სათესლე ღირსების შესწავლისათვის	177
*B. С. Чабукяни. К изучению семенного качества поживной фасоли	180
*B. S. Chabukiani. On the study of seed qualities of stubble bean	180
<b>მეტყვეობა—ЛЕСОВОДСТВО—FORESTRY</b>	
Э. Д. Лобжанидзе. Влияние изменения светового режима на анатомическое строение древесины пихты кавказской разных поколений	181
*ელდ. ლობჯანიძე. სინათლის რეჟიმის ცვლილების გავლენა სხვადასხვა თაობის კავკასიური სოჭის მერქნის აღნაგობაზე	184
*E. D. Lobzhanidze. Effect of photic condition change on the anatomical wood substance structure of Nordmann-fir of various generations	184
<b>ბოტანიკა—БОТАНИКА—BOTANY</b>	
Г. Е. Гваладзе. К изучению полиэмбрионии у...	185
*გ. დვალაძე. <i>Allium schoenoprasum</i> L.-ში პოლიემბრიონის შესწავლისათვის	188
*G. E. Gvaladze. On the study of polyembryony in <i>Allium schoenoprasum</i> L.	188
<b>ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია—ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ—HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY</b>	
А. С. Мачаваряни. Изменение электрокортико- и электросубкортикограммы кроликов при внутренней инъекции препарата № 1566	189
*ა. მაჭავარიანი. ბაჭყების ელექტროკორტიკო- და ელექტროსუბკორტიკოგრამის ცვლილებები № 1566 პრეპარატის შინაგანი შეყვანისას	191
*A. S. Machavariani. The changes of electrocortico- and electrosu-bcortico-grams of rabbits subsequent to intravenous injection of drug № 1566	191
ჟ. მონიავა, ა. ტიმჩენკო. თალამუსის არასპეციფიკური ბირთვების დაზიანების გავლენა ქერქის ასოციაციური პასუხების წარმოშობაში	193
Э. С. Мониава, А. С. Тимченко. Влияние повреждения таламических неспецифических ядер на происхождение ассоциативных ответов коры головного мозга	196

- \*E. S. Moniava, A. S. Timchenko. Effect of lesion of the thalamic non-specific nuclei on the cortical associative responses 196
- კ. ვ. Чачავა, მ. გ. Девდარიანი, Ю. Д. Жордания, С. И. Пхაკაძე. Оценка состояния центральной нервной системы плода и новорожденного при клинически узком тазе ЭКГ- и ЭЭГ-методами 197
- \*კ. ჩაჩავა, მ. დევდარიანი, ი. ჟორდანია, ს. ფხაკაძე. ნაყოფისა და ახალშობილის ცენტრალური ნერვული სისტემის მდგომარეობის შეფასება ფუნქციონალურად ვიწრო მენჯის შემთხვევაში ეგ და ეკგ მეთოდით 200
- \*K. V. Chachava, M. G. Devdariani, Y. D. Zhordania, S. I. Pkhakadze. EEG and ECG assessment of the fetal neonatal CNS condition in the case of functionally narrow pelvis 200

## ბიოქიმია—БИОХИМИЯ—BIOCHEMISTRY

- Н. Н. Гелашвили, К. М. Джемухадзе. Состав катехинов винограда „Ркацитли“ 201
- \*ნ. გელაშვილი, კ. ჯემუხაძე. ყურძნის ჯიშ რქაწითელის კატეხინების შემადგენლობა 204
- \*N. N. Gelashvili, K. M. Jemukhadze. Catechin content in the *Rkatsiteli* grapevine 204

## მსტომოლოგია—ЭНТОМОЛОГИЯ—ENTOMOLOGY

- ბ. გეგენავა, ი. ბაქრაძე. ფოსფამიდთან და მეთილნიტროფოსთან სევის კომბინირების ოვიციდური ეფექტი 205
- \*Г. В. Гегенава, И. С. Бакрадзе. Овидный эффект комбинированной смеси севина с фосфамидом и метилнитрофосом 207
- \*G. V. Gegenava, I. S. Bakradze. Ovicidal effect of combined mixture of *sevin* with phosphamide and methylnitrophos 208

## ზოოლოგია—ЗООЛОГИЯ—ZOOLOGY

- Т. А. Мусхелишвили. Возможные пути проникновения пресмыкающихся на территорию Грузии и некоторые характерные особенности их распространения 209
- \*თ. მუსხელიშვილი. საქართველოს ტერიტორიაზე ქვეწარმავალთა შემოჭრის შესაძლებელი გზები და მათი გავრცელების ზოგიერთი დამახასიათებელი თავისებურება 212
- \*T. A. Muskhelishvili. Possible dispersal routes of reptiles and some peculiarities of their spread in the territory of Georgia 212

## ექსპერიმენტული მორფოლოგია—ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ—EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

- Л. Г. Санадзе. Состояние гистохимически выявляемых липидов в яичниках крольчих в конце беременности при воздействии эстрогенного гормона 213

- \*ლ. სანაძე. ჰისტოქიმიურად გამოვლინებადი ლიპიდების მდგომარეობა შინაური კურდღლების საკვებცხეებში მკეობის ბოლოს ესტროგენულ ჰორმონთა მოქმედების შემდეგ 216
- \*L. G. Sanadze. The state of histochemically identifiable lipids in the rabbit's ovary at the end of pregnancy under the action of estrogenic hormones 216

მასპერიმენტული მედიცინა—ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА—  
 EXPERIMENTAL MEDICINE

- Р. М. Лагидзе, Д. Р. Лагидзе, В. Ш. Цвениашвили, Р. А. Копаладзе. Потенциалы полуволи ( $\varphi_{1/2}$ ) и биологическая активность некоторых противоопухолевых соединений 217
- \*რ. ლაღიძე, ვ. ლაღიძე, ვ. წვენიაშვილი, რ. კოპალაძე. ზოგიერთი კიბოსწაწინააღმდეგო ნაერთის ნახევარტალღათა პოტენციალები  $\varphi_{1/2}$  და მათი ბიოლოგიური აქტივობა 219

- \*R. M. Lagidze, D. R. Lagidze, V. Sh. Tsveniashvili, R. A. Kopaladze. Half-wave potentials ( $\varphi_{1/2}$ ) and biological activity of some antitumor compounds 220

- Ж. Д. Эристави (академик АН ГССР), В. И. Фуфин, А. И. Курхули, Х. И. Гаприндашвили, А. М. Цатуров, Г. Г. Мшвелидзе. Новый метод внутрисердечных исследований волоконно-оптическим зондом 221

- \*ქ. ერისთავი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ვ. ფუფინი, ა. ქურხული, ხ. გაფრინდაშვილი, ა. ცატუროვი, გ. მშველიძე. გულის შიდა გამოკვლევის ახალი მეთოდი ოპტიკურ-ბოჭკოვანი ზონდის გამოყენებით 224

- \*K. D. Eristavi, V. I. Fufin, A. I. Kurkhuli, H. I. Gaprindashvili, A. M. Tsaturov, G. G. Mshvelidze. A new method of intracardiac investigation by means of a fiber-optical probe 224

- В. А. Курцхалия, Р. Л. Головня. Влияние сверхвысокочастотного электромагнитного (СВЧ-ЭМ) поля дециметрового диапазона на течение острого асептического воспалительного процесса половых органов 225

- \*ვ. კურცხალია, რ. გოლოვნია. ზემალალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველის დეციმეტრული დიაპაზონის ტალღის გავლენა სასქესო ორგანოების მწვავე ასეპტიური ანთების მიმდინარეობაზე 227

- \*V. A. Kurtskhalia, R. L. Golovnya. The effect of super-high frequency electromagnetic field (SHF EF) of decimetre range on the course of acute aseptic inflammatory process of the genitals 228

პალეობიოლოგია—ПАЛЕОБИОЛОГИЯ—PALAEOBIOLOGY

- И. Г. Тактакишвили. Новый арцикардиум из плиоцена Грузии 229
- \*ი. თაქთაქიშვილი. ახალი არციკარდიუმი საქართველოს პლიოცენური ნალექებიდან 231
- \*I. G. Taktakishvili. A new Arcicardium from the Pliocene of Georgia 232



## ენათმეცნიერება—ЯЗЫКОЗНАНИЕ—LINGUISTICS

- ზ. სარჯველადე. ორი ზანური ზმნური ძირის ძველქართული შესატყვისებისათვის 233
- \*З. А. Сарджвеладзе. О древнегрузинских соответствиях двух занских глагольных основ 236
- \*Z. A. Sarjveladze. On the old Georgian correspondences of two Zan verb stems 236

## ისტორია—ИСТОРИЯ—HISTORY

- Г. С. Мамулия. К вопросу о монастырской идее Григория Хандзтийского 237
- \*გ. მამულია. გრიგოლ ხანძთელის სამონასტრო იდეის საკითხისათვის 240
- \*G. S. Mamulia. On the question of Grigol Khandzeli's monastic concept 240

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи—без ограничения, а с соавторами—не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме — к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами — пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

5. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

7. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем — название статьи; справа сверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основ-

ного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически и в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подрисующие подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания, а если цитирована книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или напечатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 15, телефоны: 37-22-16, 37-93-42

Условия подписки: на год — 12 руб.

## ა ვ ტ ო რ ი ა ს ა ყ უ რ ა დ ლ ე ბ ო დ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჯერ გამოუქვეყნებულ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბუთებლად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არაუმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი, საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არაუმეტეს სამი წერილისა. გამონაკლის შემთხვევაში, როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საციხის, წყვეტის მთავარი რედაქტორი, წარდგინების ვარაუდ შეშვსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არაუმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთთა, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბუთებლად საესკეპტო მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ, ქართულ ან რუსულ ენაზე. ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებთან და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სისტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწვირდ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა (სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად). ავტორისაგან რედაქცია ღებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნათ. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უმსაუხვებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში უზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით გადმოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი განმეორება წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და ვგარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმომდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზების დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდეზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ავტორის ვერტიკალურ ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ვეგზემლარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველგან უნდა გაესვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მარჩენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა, დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საკურნალო შრომა, ვუჩვენეთ ავტორის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენეთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაწევრები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ავტორის ნუსხაში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებზე შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1998; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რ ე დ ა ქ ც ი ი ს მ ი ს ა მ ა რ თ ი : თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 15; ტელ. 37-22-16, 37-93-42

ხ ე ლ მ თ წ ე რ ი ს პ ი რ თ ბ ე ბ ი : ერთი წლით — 12 მან.





ՅՅԵՕ 1 836.  
ЦЕНА 1 РУБ.

ИНДЕКС 76181