

24
966.



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გ მ ა ე ბ ე

*

81

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

*

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

*

XLI:2

თბილისი 1966 ФЕВРАЛЬ

თბილისი * ТБИЛИСИ * TBILISI

Г. А. ЛОМАДЗЕ

К АРИФМЕТИЧЕСКОМУ СМЫСЛУ НЕКОТОРЫХ
 КОЭФФИЦИЕНТОВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 25.2.1965)

§ 1. Пусть $r(n; a_1, a_2, \dots, a_s)$ обозначает число представлений натурального числа n формой $f = a_1 x_1^2 + a_2 x_2^2 + \dots + a_s x_s^2$, т. е. число решений уравнения $n = a_1 x_1^2 + a_2 x_2^2 + \dots + a_s x_s^2$ в целых числах x_1, x_2, \dots, x_s при заданных натуральных коэффициентах a_1, a_2, \dots, a_s .

Далее, пусть

$$\mathfrak{F}_{gh}(\tau; 0, N) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} (-1)^{hm} Q^{\frac{1}{8N}} (2Nm + g)^2 \exp \pi i (2Nm + g)\tau, \quad (1)$$

где τ — комплексная переменная; τ — комплексная переменная с $\text{Im} \tau > 0$; $Q = \exp 2\pi i \tau$; g и h — целые числа; N — натуральное число.

В работах [1—4] даны формулы для функции $r(n; a_1, a_2, \dots, a_s)$ при различных значениях a_1, a_2, \dots, a_s . Все эти формулы содержат так называемые дополнительные члены $\nu(n)$, являющиеся коэффициентами при Q^n в разложениях некоторых произведений тета-функций (τ) по степеням Q .

Целью настоящей заметки является выявление арифметического смысла некоторых коэффициентов $\nu(n)$.

§ 2. Положим

$$\mathfrak{F}_{gh}(\tau; 0, N) = \mathfrak{F}_{gh}(0|\tau; 0, N), \quad \mathfrak{F}_{gh}^{(k)}(\tau; 0, N) = \left. \frac{\partial^k}{\partial \tau^k} \mathfrak{F}_{gh}(\tau; 0, N) \right|_{\tau=0}. \quad (2)$$

Лемма 1. Имеют место соотношения

$$\mathfrak{F}'_{N_1}(\tau; 0, N) = N \pi i \mathfrak{F}_{N_0}(\tau; 0, N) \mathfrak{F}_{00}(\tau; 0, N) \mathfrak{F}_{01}(\tau; 0, N), \quad (3)$$

$$\frac{\mathfrak{F}'_{N_0}(\tau; 0, N)}{\mathfrak{F}_{N_0}(\tau; 0, N)} - \frac{\mathfrak{F}'_{01}(\tau; 0, N)}{\mathfrak{F}_{01}(\tau; 0, N)} = -N^2 \pi^2 \mathfrak{F}_{00}^4(\tau; 0, N), \quad (4)$$

$$\frac{\mathfrak{F}'_{00}(\tau; 0, N)}{\mathfrak{F}_{00}(\tau; 0, N)} - \frac{\mathfrak{F}'_{01}(\tau; 0, N)}{\mathfrak{F}_{01}(\tau; 0, N)} = -N^2 \pi^2 \mathfrak{F}_{N_0}^4(\tau; 0, N), \quad (5)$$

$$\frac{\mathfrak{F}'_{N_0}(\tau; 0, N)}{\mathfrak{F}_{N_0}(\tau; 0, N)} - \frac{\mathfrak{F}'_{00}(\tau; 0, N)}{\mathfrak{F}_{00}(\tau; 0, N)} = -N^2 \pi^2 \mathfrak{F}_{01}^4(\tau; 0, N). \quad (6)$$

10-039.



Доказательство. Если дословно перенести на функции (1) рассуждения из книги [5] (стр. 303, 306 — 310), примененные к якобиевым тета-функциям, используя при этом ряд утверждений, полученных в процессе доказательства леммы 14 из работы [2], то можно получить соотношения

$$\begin{aligned} \vartheta_{01}^2(\tau; 0, N) \vartheta_{N_0}^2(\zeta|\tau; 0, N) &= \vartheta_{00}^2(\tau; 0, N) \vartheta_{N_1}^2(\zeta|\tau; 0, N) + \\ &+ \vartheta_{N_0}^2(\tau; 0, N) \vartheta_{01}^2(\zeta|\tau; 0, N), \\ \vartheta_{01}^2(\tau; 0, N) \vartheta_{00}^2(\zeta|\tau; 0, N) &= \vartheta_{N_0}^2(\tau; 0, N) \vartheta_{N_1}^2(\zeta|\tau; 0, N) + \\ &+ \vartheta_{00}^2(\tau; 0, N) \vartheta_{01}^2(\zeta|\tau; 0, N), \\ \vartheta_{00}^2(\tau; 0, N) \vartheta_{N_0}^2(\zeta|\tau; 0, N) &= \vartheta_{01}^2(\tau; 0, N) \vartheta_{N_1}^2(\zeta|\tau; 0, N) + \\ &+ \vartheta_{N_0}^2(\tau; 0, N) \vartheta_{00}^2(\zeta|\tau; 0, N) \end{aligned} \quad (7)$$

и (3).

Дифференцируя соотношения (7) два раза по ζ , затем подставляя $\zeta=0$ и принимая во внимание, что функции $\vartheta_{00}(\zeta|\tau; 0, N)$, $\vartheta_{01}(\zeta|\tau; 0, N)$ и $\vartheta_{N_0}(\zeta|\tau; 0, N)$ четные и $\vartheta_{N_1}(\tau; 0, N) = 0$, согласно (3), получаем (4), (5) и (6).

Лемма 2. *Имеют место разложения*

$$\vartheta_{00}(\tau; 0, N) \vartheta_{01}(\tau; 0, N) \vartheta_{N_0}(\tau; 0, N) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} (-1)^m (2m+1) Q^{\frac{N}{8}(2m+1)^2}, \quad (8)$$

$$\begin{aligned} &\vartheta_{00}^4(\tau; 0, N) \vartheta_{01}^4(\tau; 0, N) \vartheta_{N_0}^4(\tau; 0, N) = \\ &= \sum_{m_1, m_2=-\infty}^{\infty} (-1)^{m_1} \{ (2m_1+1)^2 - (2m_2)^2 \} Q^{\frac{N}{8} \{ (2m_1+1)^2 + (2m_2)^2 \}}, \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} &\vartheta_{00}(\tau; 0, N) \vartheta_{01}(\tau; 0, N) \vartheta_{N_0}^4(\tau; 0, N) = \\ &= 4 \sum_{m_1, m_2=-\infty}^{\infty} (-1)^{m_1} (m_1^2 - m_2^2) Q^{\frac{N}{2} (m_1^2 + m_2^2)}, \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} &\vartheta_{00}(\tau; 0, N) \vartheta_{01}^4(\tau; 0, N) \vartheta_{N_0}(\tau; 0, N) = \\ &= \sum_{m_1, m_2=-\infty}^{\infty} \{ (2m_1+1)^2 - (2m_2)^2 \} Q^{\frac{N}{8} \{ (2m_1+1)^2 + (2m_2)^2 \}}. \end{aligned} \quad (11)$$

Доказательство. (8) непосредственно следует из (3) и (1).

Из (1) следует

$$\begin{aligned} &\vartheta_{N_0}(\zeta|\tau; 0, N) \vartheta_{01}(\pm i\zeta|\tau; 0, N) = \\ &= \sum_{m_1, m_2=-\infty}^{\infty} (-1)^{m_2} Q^{\frac{N}{8} \{ (2m_2+1)^2 + (2m_1)^2 \}} \exp N\pi i (2m_1+1 \pm 2im_2)\zeta. \end{aligned} \quad (12)$$

В обеих частях этого равенства стоят целые функции от ζ . Разложим их в окрестности $\zeta = 0$ по степеням ζ . Тогда в левой части получим

$$\vartheta_{N_0}(\zeta|\tau; 0, N) \vartheta_{01}(\pm i\zeta|\tau; 0, N) = \left\{ \vartheta_{N_0}(\tau; 0, N) + \right. \\ \left. + \vartheta'_{N_0}(\tau; 0, N) \frac{\zeta^2}{2!} + \dots \right\} \left\{ \vartheta_{01}(\tau; 0, N) - \vartheta'_{01}(\tau; 0, N) \frac{\zeta^2}{2!} + \dots \right\},$$

где коэффициент при ζ^2 , согласно (4), равен

$$\frac{1}{2} \left\{ \vartheta_{01}(\tau; 0, N) \vartheta'_{N_0}(\tau; 0, N) - \vartheta_{N_0}(\tau; 0, N) \vartheta'_{01}(\tau; 0, N) \right\} = \\ = - \frac{1}{2} N^2 \pi^2 \vartheta_{00}^4(\tau; 0, N) \vartheta_{01}(\tau; 0, N) \vartheta_{N_0}(\tau; 0, N). \quad (13)$$

С другой стороны, коэффициент при ζ^2 в правой части (12) равен

$$\frac{1}{2!} \sum_{m_1, m_2 = -\infty}^{\infty} (-1)^{m_2} Q^{\frac{N}{8} \{(2m_1 + 1)^2 + (2m_2)^2\}} [N\pi i(2m_1 + 1 \pm 2im_2)]^2. \quad (14)$$

Приравнявая (13) к (14), получаем

$$\vartheta_{00}^4(\tau; 0, N) \vartheta_{01}(\tau; 0, N) \vartheta_{N_0}(\tau; 0, N) = \\ = \sum_{m_1, m_2 = -\infty}^{\infty} (-1)^{m_2} (2m_1 + 1 \pm 2im_2)^2 Q^{\frac{N}{8} \{(2m_1 + 1)^2 + (2m_2)^2\}}. \quad (15)$$

Взяв (15) один раз со знаком плюс, другой раз со знаком минус в $(2m_1 + 1 \pm 2im_2)^2$, сложив и разделив обе части на 2, получим (9).

Приводя аналогичные рассуждения для функций $\vartheta_{00}(\zeta|\tau; 0, N) \times \vartheta_{01}(\pm i\zeta|\tau; 0, N)$ и $\vartheta_{N_0}(\zeta|\tau; 0, N) \vartheta_{00}(\pm i\zeta|\tau; 0, N)$, получаем (10) и (11).

§ 3. В работах [1] и [2] получена формула

$$r(n; 1, 1, 7, 7) = \frac{4}{3} |2^{2n+1} - 3| \sigma(u) + \frac{4}{3} \nu(n), \quad (16)$$

где $n = 2^a 7^b u$, $(u, 14) = 1$, $\sigma(u) = \sum_{d|u} d$, а $\nu(n)$ обозначает коэффициент при Q^n в разложении функции

$$X(\tau) = \{ \vartheta_{00}^2(\tau; 0, 2) \vartheta_{01}(\tau; 0, 2) \vartheta_{20}(\tau; 0, 2) \times \\ \times \vartheta_{00}^2(\tau; 0, 14) \vartheta_{01}(\tau; 0, 14) \vartheta_{14,0}(\tau; 0, 14) \}^{1/2} \quad (17)$$

по степеням Q , причем взята та ее ветвь, для которой

$$\lim_{Im\tau \rightarrow \infty} Q^{-1} X(\tau) = 2. \quad (18)$$

Из (17), (1) и (8) следует

$$\begin{aligned}
 X^2(\tau) &= \sum_{m_1=-\infty}^{\infty} Q^{\frac{1}{4}(2m_1)^2} \cdot \sum_{m_2=-\infty}^{\infty} (-1)^{m_2} (2m_2+1) Q^{\frac{1}{4}(2m_2+1)^2} \times \\
 &\times \sum_{m_3=-\infty}^{\infty} Q^{\frac{7}{4}(2m_3)^2} \cdot \sum_{m_4=-\infty}^{\infty} (-1)^{m_4} (2m_4+1) Q^{\frac{7}{4}(2m_4+1)^2} = \\
 &= \sum_{m_1, m_2, m_3, m_4=-\infty}^{\infty} (-1)^{m_2+m_4} (2m_2+1)(2m_4+1) Q^{\frac{1}{4}\{(2m_1)^2+(2m_2+1)^2+7(2m_3)^2+7(2m_4+1)^2\}} \quad (19)
 \end{aligned}$$

Обозначив через $v^*(n)$ коэффициент при Q^n в разложении функции $X^2(\tau)$ по степеням Q , из (19) получим

$$v^*(n) = \sum_{\substack{4n=(2m_1)^2+(2m_2+1)^2+7(2m_3)^2+7(2m_4+1)^2}} (-1)^{m_2+m_4} (2m_2+1)(2m_4+1) = \sum_{\substack{4n=x^2+y^2+7z^2+7t^2 \\ 2|x, 2|z, 2\ddagger y, 2\ddagger t, y>0, t>0}} (-1)^{\frac{y-1}{2}+\frac{t-1}{2}} y! \quad (20)$$

Таким образом, доказана

Теорема 1. Для всякого n имеем

$$v^*(n) = 4 \sum_{\substack{4n=x^2+y^2+7z^2+7t^2 \\ 2|x, 2|z, 2\ddagger y, 2\ddagger t, y>0, t>0}} (-1)^{\frac{y-1}{2}} y! \quad (20)$$

где, как указано под знаком суммы, сумма берется по всем представлениям x, y, z, t числа $4n$ формой $x^2 + y^2 + 7z^2 + 7t^2$, для которых $2|x, 2|z, 2\ddagger y, 2\ddagger t, y > 0, t > 0$.

Замечания. 1) Очевидно, что упомянутые представления содержатся среди всех представлений x, y, z, t числа $4n$ формой $x^2 + y^2 + 7z^2 + 7t^2$, для которых $x \equiv z, y \equiv t \pmod{2}$. Для определения же числа последних представлений, вместо формулы (16), можно пользоваться следующей частной формулой Клейна и Фрикке ([6], стр. 399 — 400):

$$r(4n = x^2 + y^2 + 7z^2 + 7t^2; x \equiv z, y \equiv t \pmod{2}) = 4(2^{n+1} - 1) \sigma(n). \quad (21)$$

2) Вычислив коэффициенты $v^*(n)$ по формуле (20), для нахождения коэффициентов $v(n)$ можно воспользоваться соотношением

$$v^*(n) = v(1)v(n-1) + v(2)v(n-2) + \dots + v(n-1)v(1). \quad (22)$$

Соотношение (22) дает возможность последовательно выразить все коэффициенты $v(n)$ через $v^*(n+1)$ и $v(1), v(2), \dots, v(n-1)$ при $n \geq 2$. А из (18) следует, что $v(1) = 2$.

§ 4. В работе [3] получена формула

$$r(n; 1, 1, 1, 7) = \frac{1}{4} \left(2^{n+1} + (-1)^n \left(\frac{-1}{u} \right) \right) \left(7^{n+1} + (-1)^{n+1} \left(\frac{u}{7} \right) \right) \times \\ \times \sum_{d_1 d_2 = u}^{d_1 - 1} (-1)^{\frac{d_1 - 1}{2}} \left(\frac{d_1}{7} \right) d_2 + \frac{3}{4} v(n), \quad (23)$$

где $n = 2^{\alpha} 7^{\beta} u$, $(u, 14) = 1$, а $v(n)$ обозначает коэффициент при Q^n в разложении функции

$$X(\tau) = \{\vartheta_{30}^2(\tau, 0, 2) \vartheta_{01}(\tau; 0, 2) \vartheta_{20}(\tau; 0, 2) \vartheta_{01}(\tau; 0, 14) \vartheta_{140}(\tau; 0, 14)\}^{1/2} \quad (24)$$

по степеням Q , причем взята та ее ветвь, для которой

$$\lim_{\text{Im} \tau \rightarrow \infty} Q^{-1} X(\tau) = 2.$$

Из (24), (9) и (1) следует

$$X^2(\tau) = \sum_{m_1, m_2 = -\infty}^{\infty} (-1)^{m_2} \{(2m_1 + 1)^2 - (2m_2)^2\} Q^{\frac{1}{4} \{(2m_1 + 1)^2 + (2m_2)^2\}} \times \\ \times \sum_{m_3 = -\infty}^{\infty} (-1)^{m_3} Q^{\frac{7}{4} (2m_3)^2} \cdot \sum_{m_4 = -\infty}^{\infty} Q^{\frac{7}{4} (2m_4 + 1)^2} = \sum_{m_1, m_2, m_3, m_4 = -\infty}^{\infty} (-1)^{m_2 + m_3} \{(2m_1 + 1)^2 - \\ - (2m_2)^2\} Q^{\frac{1}{4} \{(2m_1 + 1)^2 + (2m_2)^2 + 7(2m_3)^2 + 7(2m_4 + 1)^2\}}. \quad (25)$$

Обозначив через $v^*(n)$ коэффициент при Q^n в разложении функции $X^2(\tau)$ по степеням Q , из (25) получим

$$v^*(n) = \sum_{\substack{4n = (2m_1 + 1)^2 + (2m_2)^2 + \\ + 7(2m_3)^2 + 7(2m_4 + 1)^2}} (-1)^{m_2 + m_3} \{(2m_1 + 1)^2 - (2m_2)^2\} = \sum_{\substack{x+\zeta \\ 4n = x^2 + y^2 + 7\zeta^2 + 7l^2 \\ 2|x, 2|\zeta, 2^+y, 2^+l}} (-1)^{\frac{x+\zeta}{2}} (y^2 - x^2).$$

Таким образом, доказана

Теорема 2. Для всякого n имеем

$$v^*(n) = 4 \sum_{\substack{x+\zeta \\ 4n = x^2 + y^2 + 7\zeta^2 + 7l^2 \\ 2|x, 2|\zeta, 2^+y, 2^+l, y > 0, l > 0}} (-1)^{\frac{x+\zeta}{2}} (y^2 - x^2). \quad (26)$$

Все сказанное в замечаниях к теореме 1 имеет место и в данном случае.

§ 5. В работе [4] получена формула

$$r(n; 1, 11) = \frac{1}{3} \left(1 + \left(\frac{u}{11} \right) \right) \sum_{d|u} \left(\frac{d}{11} \right) + \frac{2}{3} v(n) \quad \text{при нечетном } n, \quad (27)$$

$$= \left(1 + \left(\frac{u}{11} \right) \right) \sum_{d|u} \left(\frac{d}{11} \right) \quad (27')$$

при четном n ,

где $n = 2^a 11^b u$, $(u, 22) = 1$, а $v(n)$ обозначает коэффициент при Q^n в разложении функции

$$X(\tau) = \{ 2 \vartheta_{00}(\tau; 0, 2) \vartheta_{01}(\tau; 0, 2) \vartheta_{20}(\tau; 0, 2) \times \\ \times \vartheta_{00}(\tau; 0, 22) \vartheta_{01}(\tau; 0, 22) \vartheta_{22^0}(\tau; 0, 22) \}^{1/3} \quad (28)$$

по степеням Q , причем взята та ее ветвь, для которой

$$\lim_{Im\tau \rightarrow \infty} Q^{-1} X(\tau) = 2. \quad (29)$$

Из (28) и (8) следует

$$X^3(\tau) = 2 \sum_{m_1=-\infty}^{\infty} (-1)^{m_1} (2m_1 + 1) Q^{\frac{1}{4}(2m_1+1)^2} \cdot \sum_{m_2=-\infty}^{\infty} (-1)^{m_2} \times \\ \times (2m_2 + 1) Q^{\frac{11}{4}(2m_2+1)^2} = 2 \sum_{m_1, m_2=-\infty}^{\infty} (-1)^{m_1+m_2} (2m_1 + 1) \times \\ \times (2m_2 + 1) Q^{\frac{1}{4} \{ (2m_1 + 1)^2 + 11(2m_2 + 1)^2 \}}. \quad (30)$$

Обозначив через $v^*(n)$ коэффициент при Q^n в разложении функции $X^3(\tau)$ по степеням Q , из (30) получим

$$v^*(n) = 2 \sum_{4n=(2m_1+1)^2+11(2m_2+1)^2} (-1)^{m_1+m_2} (2m_1+1)(2m_2+1) = 2 \cdot \sum_{\substack{4n=x^2+11y^2 \\ 2 \nmid x, 2 \nmid y}} (-1)^{\frac{x-1}{2} + \frac{y-1}{2}} xy.$$

Таким образом, доказана

Теорема 3. Имеем

$$v^*(n) = 8 \sum_{\substack{4n=x^2+11y^2 \\ 2 \nmid x, 2 \nmid y, x > 0, y > 0}} (-1)^{\frac{xy-1}{2}} xy \quad (31)$$

при нечетном n и $v^*(n) = 0$ при четном n , где, как указано под знаком суммы, сумма берется по всем нечетным положительным представлениям числа $4n$ формой $x^2 + 11y^2$.

Замечания. 1) Очевидно, что упомянутые представления входят в полное число представлений $4n$ формой $x^2 + 11y^2$, даваемое формулой (27').

2) Для нахождения коэффициентов $v(n)$, после вычисления коэффициентов $v^*(n)$ по формуле (31), можно воспользоваться соотношением

$$v^*(n) = \sum_{\substack{h+k+l=n \\ 2+h, 2+k, 2+l}} v(h)v(k)v(l). \quad (32)$$

Соотношение (32) дает возможность последовательно выразить все коэффициенты $v(n)$ через $v^*(n+2)$ и $v(1), v(3), \dots, v(n-2)$ при нечетных $n \geq 3$. А из (29) следует, что $v(1) = 2$. Из (27'), а также из теоремы 3 следует, что $v(n) = 0$ при четных n .

Тбилисский государственный университет

(Поступило в редакцию 25.2.1965)

მათემატიკა

ბ. ლომადე

ზოგიერთი კოეფიციენტის არითმეტიკული აზრისათვის

რეზიუმე

ამ შრომაში ნაჩვენებია, თუ როგორ შეიძლება ნატურალური რიცხვის ზოგიერთი კვადრატული ფორმით წარმოდგენათა რაოდენობის ფორმულაში შემავალი ე. წ. დამატებითი წევრების არითმეტიკული აზრის გამოვლინება (8) და (9) ფორმულების გამოყენებით.

დასოფნებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. H. D. Kloosterman. On the representation of numbers in the form $ax^2 + by^2 + cz^2 + dt^2$. Proc. L. Math. Soc., (2), 25, 1926, 143—173.
2. G. Lomadse. Über die Darstellung der Zahlen durch einige quaternäre quadratische Formen. Acta Arith., 5, 1959, 125—170.
3. Г. А. Ломадзе. О представлении чисел некоторыми квадратичными формами с четырьмя переменными. Труды Тбилисского гос. ун-та, 76, 1959, 107—159.
4. Г. А. Ломадзе. О представлении чисел положительными бинарными диагональными квадратичными формами. Mat. сб., 68:2, 1965, 282—312.
5. Е. Т. Уиттекер, Г. Н. Ватсон. Курс современного анализа, ч. II. ГТТИ, М.—Л., 1934.
6. F. Klein. Vorlesungen über die Theorie der elliptischen Modulfunktionen. Ausgearbeitet und vervollständigt von R. Fricke, Bd. II. Leipzig, 1892.

С. Б. ТОПУРИЯ

ГРАНИЧНЫЕ СВОЙСТВА ГАРМОНИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ВНУТРИ ЕДИНИЧНОЙ СФЕРЫ

(Представлено академиком Н. П. Веква 24.2.1965)

§ 1. Исследование граничных значений интеграла Пуассона—Лебега

Пусть $f(\theta, \varphi)$ —суммируемая функция на поверхности единичной сферы ($0 \leq \theta \leq \pi$; $-\pi \leq \varphi \leq \pi$), т. е. $f(Q) \in L(S)$. Интегралом Пуассона—Лебега называется выражение

$$\begin{aligned} U(f; M) = U(f; r, \theta, \varphi) &= \frac{1}{4\pi} \iint_S \frac{1-r^2}{(1-2r \cos \gamma + r^2)^{3/2}} f(\theta', \varphi') d\sigma = \\ &= \frac{1}{4\pi} \iint_S \frac{1-r^2}{\rho^3} f(Q) d\sigma, \end{aligned} \quad (1)$$

где

$$\cos \gamma = \cos \theta \cos \theta' + \sin \theta \sin \theta' \cos(\varphi - \varphi'), \quad \rho = |MQ|, \quad Q(1, \theta', \varphi').$$

Известно ([1], стр. 158), что интеграл (1) есть гармоническая функция внутри единичной сферы и что если $f(Q)$ непрерывна, то $U(f; M)$ дает решение внутренней задачи Дирихле для шара, т. е. если $f(Q)$ непрерывна в точке $P(1, \theta_0, \varphi_0)$, то интеграл Пуассона стремится к $f(P)$, каким бы путем точка $M(r, \theta, \varphi)$ не стремилась к точке P (оставаясь внутри единичной сферы).

Далее, известно ([2], стр. 18), что если $f(Q) \in L(S)$, то гармоническая функция $U(f; M)$, представляемая внутри единичной сферы интегралом Пуассона—Лебега (1), имеет почти всюду на единичной сфере конечные радиальные граничные значения, совпадающие с функцией $f(Q)$.

В этой статье мы исследуем угловые граничные значения интеграла Пуассона—Лебега. Будем говорить, что $U(f; M)$ в точке $P(1, \theta_0, \varphi_0)$ имеет угловое граничное значение $f(\theta_0, \varphi_0)$, если $U(f; M) \rightarrow f(P)$, когда $M \rightarrow P$ по некасательным к сфере путям, т. е. что точка M стремится к P , оставаясь все время внутри некоторого конуса с вершиной в точке P и углом $2\alpha_0 < \pi$ с осью, совпадающей с OP (рис. 1). Это обстоятельство запишем следующим образом:

$$\lim_{M \rightarrow P} U(f; M) = f(P).$$

Из геометрических соображений ясно, что стремление точки M к P по некасательным к сфере путям можно записать в виде

$$\rho_0 < C(1 - r), \quad C = \text{const.} \quad (2)$$

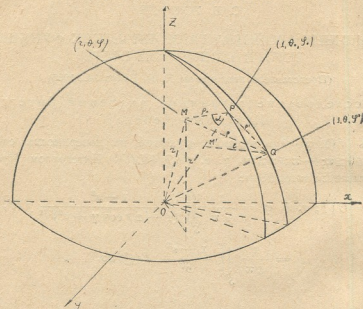


Рис. 1

Заранее приведем несколько вспомогательных предложений.

Обозначим через $S(P; h)$ круговой сферический сегмент с центром в точке $P(1, \theta_0, \varphi_0)$ и радиусом h . Тогда будем иметь

$$\iint_{S(P; h)} f(\theta', \varphi') d\sigma = \int_0^h \sin \gamma d\gamma \int_{-\pi}^{\pi} F(\gamma, \bar{\varphi}) d\bar{\varphi},$$

где

$$F(\gamma, \bar{\varphi}) = f(\theta', \varphi').$$

Положим

$$V(f; P) = \sup_{0 < h < \pi} \frac{1}{h^2} \iint_{S(P; h)} |f(Q)| d\sigma.$$

Справедливы следующие леммы:

Лемма 1. Если $f(Q) \in L(S)$, то для любого действительного числа $a > 0$ имеем

$$|E_a| = |E\{V(f; P) > a\}| < \frac{C_1}{a} \iint_S |f(Q)| d\sigma,$$

где C_1 не зависит от a и от функции $f(Q)$.

Лемма 2. Если $f(Q) \in L(S)$, то

$$\sup_{r < 1} |U(f; r, \theta_0, \varphi_0)| < C_2 V(f; P), \quad (3)$$

где C_2 не зависит от точки $P(1, \theta_0, \varphi_0)$ и от функции $f(Q)$.

Лемма 3. Если $f(Q) \in L(S)$, то

$$U(f; \theta, \varphi) = \sup_{\substack{r < 1 \\ \rho_0 < C(1-r)}} |U(f; M)| < C_3 V(f; P),$$

где C_3 не зависит от точки $P(1, \theta_0, \varphi_0)$ и от функции $f(Q)$.

Доказательство. Имеем

$$U(f; M) = \frac{1}{4\pi} \iint_S \frac{1-r^2}{\rho^3} f(Q) d\sigma, \quad \rho = |MQ|, \quad M(r, \theta, \varphi),$$

$$U(f; M') = \frac{1}{4\pi} \iint_S \frac{1-r^2}{l^3} f(Q) d\sigma, \quad l = |M'Q|, \quad M'(r, \theta_0, \varphi_0).$$

Из $\triangle MPQ$ в силу (2) получим

$$|PQ| = \rho' < \rho + \rho_0 < \rho + C(1-r).$$

С другой стороны, из $\triangle OMQ$ —

$$1-r < \rho.$$

Следовательно,

$$\rho' < \rho(1+C) = C_4 \rho, \quad \rho > \frac{\rho'}{C_4}.$$

Возьмем теперь r таким близким к единице, что

$$l < \rho', \quad \text{т. е. } \rho > \frac{l}{C_4}.$$

Отсюда в силу (3) получим

$$\begin{aligned} |U(f; M)| &< \frac{C_4^2}{4\pi} \iint_S \frac{1-r^2}{l^3} |f(Q)| d\sigma < 2 C_2 C_4^2 V(f; P) = \\ &= C_3 V(f; P). \end{aligned}$$

Лемма доказана.

Теперь докажем следующую теорему:

Теорема 1. Угловые граничные значения интеграла Пуассона—Лебега (1) почти всюду на единичной сфере существуют и равны $f(Q)$.

Доказательство. Пусть $f(Q) \in L(S)$. Положим $f(Q) = \Psi(Q) + g(Q)$, где $\Psi(Q)$ — непрерывная функция, а $g(Q)$ такая, что

$$\iint_S |g(Q)| d\sigma < \varepsilon^2. \quad (4)$$

Тогда в силу лемм 1, 3 и (4) получим

$$\begin{aligned} |E_\varepsilon| &= |E\{U(g; \theta, \varphi) > \varepsilon\}| \cong |E\{C_3 V(g; P) > \varepsilon\}| = \\ &= \left| E\left\{V(g; P) > \frac{\varepsilon}{C_3}\right\} \right| \cong \frac{C_1 C_3}{\varepsilon} \iint_S |g(Q)| d\sigma < C_1 C_3 \varepsilon = C_5 \varepsilon, \end{aligned}$$

где C_1 и C_3 — абсолютные постоянные.

Отсюда следует, что

$$|CE_\varepsilon| > 4\pi - C_5 \varepsilon.$$

В точках множества CE_ε имеем

$$\lim_{M \overset{\Delta}{\rightarrow} P} |U(g; M)| < \varepsilon. \quad (5)$$

Пусть $P \in CE_\varepsilon$. Рассмотрим разность

$$\begin{aligned} |U(f; M) - U(f; M')| &\cong |U(\Psi; M) - U(\Psi; M')| + \\ &+ |U(g; M) - U(g; M')| < o(1) + |U(g; M)| + |U(g; M')|, \end{aligned}$$

где $o(1)$ равномерна по P . Из полученного неравенства в силу (5) в точках множества CE_ε имеем

$$\lim_{\substack{M \overset{\Delta}{\rightarrow} P \\ M' \overset{\Delta}{\rightarrow} P}} |U(f; M) - U(f; M')| < 2\varepsilon.$$

Отсюда легко доказать, что $\lim_{M \overset{\Delta}{\rightarrow} P} U(f; M)$ существует почти всюду

на поверхности единичной сферы.

Следовательно, отсюда и из теоремы И. И. Привалова почти всюду имеем

$$\lim_{M \overset{\Delta}{\rightarrow} P} U(f; M) = f(P).$$

Теорема доказана.

§ 2. Угловые граничные значения интеграла Пуассона—Стилтьеса

Интегралом Пуассона—Стилтьеса называют выражение ([2], стр. 12)

$$U(\Psi; M) = \frac{1}{4\pi} \iint_S \frac{1-r^2}{(1-2r \cos \gamma + r^2)^{3/2}} d\Psi(\Delta), \quad (6)$$

где r —расстояние от начала координат до точки M , лежащей внутри единичного шара; γ —угол между векторами \vec{OM} и \vec{OQ} ; Q —точка интегрирования на единичной сфере; $\psi(\Delta) = \varphi_1(\Delta) - \varphi_2(\Delta)$; причем φ_1 и φ_2 —неотрицательные, аддитивные функции интервала, определенные на единичной сфере.

Очевидно, выражение (6), записанное в виде

$$U(\psi; M) = \frac{1}{4\pi} \iint_S \frac{1-r^2}{(1-2r\cos\gamma+r^2)^{3/2}} d\varphi_1(\Delta) - \\ - \frac{1}{4\pi} \iint_S \frac{1-r^2}{(1-2r\cos\gamma+r^2)^{3/2}} d\varphi_2(\Delta),$$

представляет собой гармоническую функцию $U(P)$ внутри единичного шара, являющегося разностью двух положительных гармонических функций. И. И. Привалов показал ([3], стр. 100), что функция $U(M)$, представимая в виде разности двух положительных гармонических функций в шаре $|OM| < 1$, удовлетворяет условию

$$\frac{1}{|\sigma|} \iint_{\sigma} U^+(M) d\sigma = 0 \quad (7)$$

где интегрирование распространено на сфере σ любого радиуса $r < 1$, и, обратно, всякая гармоническая функция внутри единичного шара, подчиненная условию (7), может быть представлена в виде разности двух положительных гармонических функций.

Далее, И. И. Привалов доказал ([2], стр. 12), что всякая гармоническая функция $U(P)$ внутри единичного шара, удовлетворяющая условию (7), может быть представлена при помощи интеграла Пуассона—Стилтьеса (6). В той же работе (см. стр. 17) доказывается

Теорема А. *Гармоническая функция $U(P)$ внутри единичного шара, представимая при помощи интеграла Пуассона—Стилтьеса (6), имеет конечные радиальные предельные значения почти всюду на единичной шаровой поверхности. Эти предельные значения образуют суммируемую функцию на сфере.*

При исследовании граничных значений интеграла Пуассона—Стилтьеса достаточно ограничиться случаем, когда функция интервала $\psi(\Delta)$, стоящая под знаком дифференциала, — неотрицательная, аддитивная функция, ограниченная вариацией, так как в общем своем виде интеграл Пуассона—Стилтьеса будет разностью такого рода интегралов.

Приведем несколько вспомогательных предложений.

Если $f(M)$ непрерывна на измеренном множестве E , а $\psi(e)$ —аддитивная, абсолютно непрерывная функция множества на E , то

$$\int_E f(M) d\psi(e) = (L) \int_E f(M) D_M \psi(e) d\omega, \quad (8)$$

где $D_M \psi(e)$ — регулярная производная, которая почти всюду существует и суммируема ([4], стр. 397).

Из теоремы 1 в силу (8) получается

Лемма 4. Если $\psi(\Delta)$ абсолютно непрерывная, то угловые предельные граничные значения интеграла Пуассона—Стилтьеса почти всюду на единичной сфере существуют и равны $D_Q \psi(\Delta)$.

Положим

$$V_1(\psi; P) = \sup_{0 < h \leq \pi} \frac{1}{h^2} \psi[S(P; h)],$$

где $\psi(\Delta)$ — неотрицательная, аддитивная функция интервала.

Справедливы следующие леммы:

Лемма 5. Для любого действительного числа $a > 0$ имеем

$$|E_a| = |E[V_1(\psi; P) > a]| < \frac{C_6}{a} \psi(S),$$

где C_6 не зависит от a и от функции $\psi(\Delta)$.

Лемма 6. Выполняется неравенство

$$U(\psi; \theta, \varphi) = \sup_{\substack{r < 1 \\ \rho_0 < C(1-r)}} U(\psi; M) < C_7 V_1(\psi; P),$$

где C_7 не зависит от точки $P(\tau, \theta_0, \varphi_0)$ и от функции $\psi(\Delta)$.

Для доказательства теоремы мы используем одну теорему из статьи [5] (стр. 217).

Теорема В. Пусть $\psi(\Delta)$ — аддитивная функция интервала с ограниченной вариацией на S . Тогда существует последовательность аддитивных, абсолютно непрерывных функций интервала $\psi_n(\Delta)$ таких, что

1)

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_S |d(\psi_n - \psi)| = 0,$$

2) на S для любого интервала $\Delta \subset S$ имеем

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \psi_n(\Delta) = \psi(\Delta).$$

Теорема 2. Гармоническая функция $U(M)$ внутри единичного шара, представимая интегралом Пуассона—Стилтьеса (6), имеет конечные угловые предельные значения почти всюду на единичной шаровой поверхности. Эти предельные значения равны $D_Q \psi(\Delta)$, которая суммируема на сфере.

Доказательство. Пусть $\varepsilon > 0$ произвольное, тогда в силу теоремы В для ε существует абсолютно непрерывная функция интервала $\varphi(\Delta)$ такая, что

$$\int_S |d(\psi - \varphi)| < \varepsilon^2. \quad (9)$$

Положим

$$g(\Delta) = \psi(\Delta) - \varphi(\Delta).$$

Тогда в силу лемм 5, 6 и (9) получим

$$|E_\varepsilon| = |E\{U(g; \theta, \varphi)\}| > \varepsilon < C_8 \varepsilon,$$

где C_8 —абсолютная постоянная.

Далее, рассуждая так же, как в теореме 1, почти всюду на единичной сфере получаем

$$\lim_{M \rightarrow P} U(\psi; M) = D_P \psi(\Delta).$$

Теорема доказана.

Сухумский государственный педагогический
институт
им. М. Горького

(Поступило в редакцию 24.2.1965)

მათემატიკა

ს. თოფურია

ერთეულრადიუსიან სფეროს შიგნით ჰარმონიული
ფუნქციების სასაზღვრო თვისებები

რეზიუმე

შრომაში განხილულია საკითხი პუასონი—სტილტიესის ინტეგრალის კუთხური სასაზღვრო მნიშვნელობის არსებობის შესახებ.

დამტკიცებულია

თეორემა. ერთეულრადიუსიანი სფეროს შიგნით ჰარმონიულ $U(M)$ ფუნქციას, რომელიც წარმოიდგინება პუასონი—სტილტიესის ინტეგრალით, თითქმის ყველგან აქვს სასაზღვრო კუთხური სასაზღვრო მნიშვნელობები.

დასრულებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. М. М. Смирнов. Дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка, 1964.
2. И. И. Привалов. Граничные задачи теории гармонических и субгармонических функций в пространстве. Математический сборник, т. 3 (4,5), № 1.
3. И. И. Привалов. Субгармонические функции, 1937.
4. И. П. Натансон. Теория функций вещественной переменной, 1957.
5. M. S. Macphail. Functions of bounded variation in two variables. *Duke Math. J.*, 8, № 2, 1941, 215—222



МАТЕМАТИКА

И. Е. ЖАК, А. А. ШНЕЙДЕР

О РАВНОМЕРНОЙ СХОДИМОСТИ ОДНОГО КЛАССА
 ДВОЙНЫХ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ РЯДОВ

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 24.8.1964)

Известна следующая теорема [1] о сходимости ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n \sin nx.$$

Если $a_n \cong a_{n+1} \rightarrow 0$, то для равномерной сходимости указанного ряда на всей числовой оси необходимо и достаточно выполнение условия

$$\lim_{n \rightarrow \infty} na_n = 0.$$

В настоящей заметке устанавливается соответствующая теорема для двойных рядов

$$\sum_{m=p}^{\infty} \sum_{n=q}^{\infty} a_{m,n} \sin mx \sin ny \quad (p, q = 1, 2, \dots) \quad (1)$$

Скажем, что двойная последовательность $\{a_{m,n}\}$ принадлежит классу T , если она удовлетворяет условиям:

1. Для любого фиксированного n

$$a_{m,n} \cong a_{m+1,n} \rightarrow 0 \quad \text{при } m \rightarrow \infty.$$

2. Для любого фиксированного m

$$a_{m,n} \cong a_{m,n+1} \rightarrow 0 \quad \text{при } n \rightarrow \infty.$$

3. $\lim_{m,n \rightarrow \infty} a_{m,n} = 0.$

4. $\Delta a_{m,n} \cong 0$, где $\Delta a_{m,n} = a_{m,n} - a_{m+1,n} - a_{m,n+1} + a_{m+1,n+1}$.

(¹ Заметим, что из сходимости двойного ряда $\sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} A_{m,n}$ не следует, во-

обще говоря, сходимость двойных рядов

$$\sum_{m=p}^{\infty} \sum_{n=q}^{\infty} A_{m,n}, \quad pq > 1.$$



Теорема 1. Если $\{a_{m,n}\} \in T$, то для равномерной сходимости на всей плоскости рядов (1) необходимо и достаточно выполнение условия

$$\lim_{m+n \rightarrow \infty} mna_{m,n} = 0. \quad (2)$$

Приведем краткую схему доказательства достаточности. Из условия (2) получаем, что при $M+N \rightarrow \infty$ справедливо соотношение

$$\gamma_{M,N} = \sup_{\substack{m \geq M \\ n \geq N}} \{mna_{m,n}\} \rightarrow 0. \quad (3)$$

В силу нечетности и периодичности синусов достаточно доказать равномерную сходимость рядов (1) в квадрате $0 \leq x \leq \pi$, $0 \leq y \leq \pi$. Разобьем этот квадрат на четыре прямоугольника:

$$G_1: 0 \leq x \leq \frac{\pi}{4}, \quad 0 \leq y \leq \frac{\pi}{4},$$

$$G_2: 0 \leq x \leq \frac{\pi}{4}, \quad \frac{\pi}{4} \leq y \leq \pi,$$

$$G_3: \frac{\pi}{4} \leq x \leq \pi, \quad 0 \leq y \leq \frac{\pi}{4},$$

$$G_4: \frac{\pi}{4} \leq x \leq \pi, \quad \frac{\pi}{4} \leq y \leq \pi.$$

Пусть $r_{M,N}(x, y)$ есть (M, N) -й остаток двойного ряда (1):

$$r_{M,N}(x, y) = \left(\sum_{m=p}^M \sum_{n=N+1}^{\infty} + \sum_{m=M+1}^{\infty} \sum_{n=q}^N + \sum_{m=M+1}^{\infty} \sum_{n=N+1}^{\infty} \right) \times \\ \times a_{m,n} \sin mx \sin ny.$$

Оценивая эти суммы, можно получить, что в G_1 , G_2 и G_3

$$|r_{M,N}(x, y)| \leq A(\gamma_{M,N} + \gamma_{M,1} + \gamma_{1,N}),$$

где A — абсолютная константа. В силу соотношения (3) отсюда вытекает равномерная сходимость любого ряда (1) в прямоугольниках G_1 , G_2 , G_3 . При оценках приходится пользоваться двумерным аналогом преобразования Абеля. Применяя такое преобразование к самому ряду (1), имеем

$$\sum_{m=p}^{\infty} \sum_{n=q}^{\infty} a_{m,n} \sin mx \sin ny = \\ = \sum_{m=d}^{\infty} \sum_{n=q}^{\infty} D_m(x) D_n(y) \Delta a_{m,n} - D_{p-1}(x) \sum_{n=q}^{\infty} D_n(y) (a_{p,n} - a_{p,n+1}) - \\ - D_{q-1}(y) \sum_{m=p}^{\infty} D_m(x) (a_{m,q} - a_{m+1,q}) + D_{p-1}(x) D_{q-1}(y) a_{p,q}, \quad (4)$$

где

$$D_k(t) = \sum_{\nu=1}^k \sin \nu t = \frac{\cos \frac{1}{2} t - \cos \left(k + \frac{1}{2}\right) t}{2 \sin \frac{1}{2} t}$$

Для точек прямоугольника G_k справедливы оценки

$$|D_m(x)| < \frac{1}{\sin \frac{\pi}{8}}, \quad |D_n(y)| < \frac{1}{\sin \frac{\pi}{8}}.$$

Поэтому ряды в правой части (4) мажорируются в G_k сходящимися числовыми рядами. Отсюда следует равномерная сходимость любого рода (1) в прямоугольнике G_k .

Необходимость условия (2) доказывается так. Из равномерной сходимости рядов (1) вытекают равномерная сходимость рядов

$$\sum_{m=1}^{\infty} a_{m,n} \sin mx \sin ny = \sin ny \sum_{m=1}^{\infty} a_{m,n} \sin mx \quad (n = 1, 2, \dots), \quad (5)$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_{m,n} \sin mx \sin ny = \sin mx \sum_{n=1}^{\infty} a_{m,n} \sin ny \quad (m = 1, 2, \dots) \quad (6)$$

и равномерное стремление к нулю сумм

$$\sum_{m=\left[\frac{M}{2}\right]+1}^M \sum_{n=\left[\frac{N}{2}\right]+1}^N a_{m,n} \sin mx \sin ny \quad (7)$$

при $M, N \rightarrow \infty$. Из равномерной сходимости рядов (5) и (6) на основании теоремы, указанной в начале заметки, имеем

$$\lim_{m \rightarrow \infty} m a_{m,n} = 0 \quad (n = 1, 2, \dots), \quad (8)$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} n a_{m,n} = 0 \quad (m = 1, 2, \dots). \quad (9)$$

Положим в сумме (7)

$$x = \frac{\pi}{2M}, \quad y = \frac{\pi}{2N}.$$

Тогда эта сумма будет не меньше, чем

$$\frac{1}{8} MN a_{M,N}.$$

Поэтому

$$\lim_{M, N \rightarrow \infty} MN a_{M, N} = 0. \quad (10)$$

Легко показать, что совокупность условий (8), (9) и (10) равносильна условию (2).

Волгоградский политехнический
 институт

(Поступило в редакцию 24.8.1964)

მათემატიკა

ი. ჯაკი, ა. შნეიდერი

ერთი კლასის ორმაბ ტრიგონომეტრიულ მწკრივთა თანაბარი
 კრებადობის შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

შრომაში დამტკიცებულია

$$\sum_{m=p}^{\infty} \sum_{n=q}^{\infty} a_{mn} \sin mx \sin ny \quad (p, q = 1, 2, \dots)$$

სახის ტრიგონომეტრიული მწკრივის თანაბარი კრებადობის აუცილებელი და
 საკმარისი პირობა იმ შემთხვევაში, როცა a_{mn} კოეფიციენტები გარკვეული
 აზრით მონოტონურად მიისწრაფვიან ნულისაკენ.

დავოყვებაული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. Зигмунд. Тригонометрические ряды. М.—Л., ГОНТИ, 1939, 111—112.



МАТЕМАТИКА

Д. О. БАЛАДЗЕ

ГОМОТОПИЧЕСКИЕ И КОГОМОТОПИЧЕСКИЕ ГРУППЫ НАД
ПАРОЙ ДИСКРЕТНЫХ ИЛИ КОМПАКТНЫХ ГРУПП
КОЭФФИЦИЕНТОВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 15.9.1965)

§ 1. Пусть R —связное топологическое пространство, а x_0 —его фиксированная точка, $x_0 \in R$. Пусть, далее, (X, X') есть пара групп, где X' —замкнутая подгруппа группы X , $X' \subset X$. Возьмем p -мерный симплекс $t^p = \langle a_0, a_1, \dots, a_p \rangle$ и рассмотрим такие непрерывные отображения $\sigma^p: t^p \rightarrow R$, которые границу симплекса t^p отображают в точку $x_0 \in R$. Каждое такое отображение σ^p называем p -мерным сфероидом относительно точки x_0 . Если сфероиды σ^p и τ^p гомотопны между собой относительно точки x_0 , то пишем $\sigma^p \simeq \tau^p$. Для двух сфероидов σ^p и τ^p определяем новый сфероид $\sigma^p \circ \tau^p$ следующим образом: симплекс $t^p = \langle a_0, a_1, \dots, a_p \rangle$ представляем как сумму двух p -мерных симплексов

$$t_1^p = \langle a_0, \frac{1}{2}(a_0 + a_1), \dots, a_p \rangle$$

и

$$t_2^p = \langle \frac{1}{2}(a_0 + a_1), a_1, \dots, a_p \rangle$$

и t_1^p отображаем при помощи σ^p , а t_2^p —при помощи τ^p . Полученный сфероид обозначаем через $\sigma^p \circ \tau^p$. Множество всех сфероидов пространства R относительно точки x_0 обозначим через K .

Прямой суммой (или произведением) пар групп (X_i, X'_i) будем называть прямую сумму (или произведение) $\sum_i (X_i, X'_i)$ дискретных групп X_i с выделенной подгруппой X'_i , $X'_i \subset X_i$ [1], т. е. прямая сумма (или произведение) $\sum_i (X_i, X'_i)$ состоит из таких систем элементов, взятых по одному в каждой из групп X_i , что лишь конечное число этих элементов лежит вне соответствующих подгрупп, а сложение производится покомпонентно. В случае, когда $X'_i = 0$ для каждого i , прямая сумма (или произведение) $\sum_i (X_i, X'_i)$ превращается в прямую сумму $\sum_i X_i$ группы X_i [2].

а в случае, когда $X'_i = X_i$ для каждого i , прямая сумма (или произведение) $\sum_i (X_i, X'_i)$ превращается в прямое произведение PX_i групп X_i [2].

Теперь мы в прямую сумму (или произведение) $\sum_i (X_i, X'_i)$ вводим топологию следующим образом: для каждой пары (X_i, X'_i) рассмотрим сопряженную с ней пару (Y_i, Y'_i) [3], т. е. группы одной из этих пар компактны, группы другой пары дискретны, X_i и Y_i — двойственные группы, $X_i \perp Y_i$ в смысле теории характеров, а X'_i и Y'_i являются аннуляторами одна другой, $X'_i \perp Y'_i$. Рассмотрим прямую сумму (или произведение) $\sum_i (Y_i, Y'_i)$ пар групп (Y_i, Y'_i) . Перемножим группы $\sum_i (Y_i, Y'_i)$ и $\sum_i (X_i, X'_i)$, считая произведением (x, y) элемента $x = \sum_i x_i$ группы $\sum_i (X_i, X'_i)$ на элемент $y = \sum_i y_i$ группы $\sum_i (Y_i, Y'_i)$ сумму $\sum_i (x_i y_i)$. Эта сумма имеет смысл, ибо из сопряженности пар (X_i, X'_i) и (Y_i, Y'_i) для каждого i и из определения прямых сумм (или произведений) $\sum_i (X_i, X'_i)$ и $\sum_i (Y_i, Y'_i)$ пар групп можно вывести, что при любых x и y почти для всех i имеет место равенство $x_i y_i = 0$. По условию, одна из пар (X_i, X'_i) или (Y_i, Y'_i) состоит из дискретных групп. Дискретную топологию мы вносим и в ту из групп $\sum_i (X_i, X'_i)$, $\sum_i (Y_i, Y'_i)$, в которой парами групп являются дискретные пары [4]. Тогда другая группа топологизируется при помощи определенного выше скалярного произведения следующим образом. Пусть, например, дискретными будут пары (Y_i, Y'_i) и, следовательно, группа $\sum_i (Y_i, Y'_i)$. Возьмем в этой группе конечное число каких-либо элементов y_1, y_2, \dots, y_n и некоторую окрестность W нуля группы действительных чисел по модулю 1. Окрестностью нуля группы $\sum_i (X_i, X'_i)$ назовем множество U таких элементов x , что $(y_i, x) \in W$, $i = 1, 2, \dots, n$. Выбирая всевозможным образом конечные подсистемы (y_1, y_2, \dots, y_n) и ядро W , получаем систему окрестностей нулевого элемента группы $\sum_i (X_i, X'_i)$, которая, как это можно проверить, превращает $\sum_i (X_i, X'_i)$ в топологическую группу $\sum_i (X_i, X'_i)$. В этой топологии скалярное произведение (x, y) непрерывно, и так как, кроме того, оно дистрибутивно и ортогонально, то получается топологически мономорфное естественное отображение группы $\sum_i (X_i, X'_i)$ в группу характеров дискретной группы $\sum_i (Y_i, Y'_i)$. Отсюда заключаем, что группа $\sum_i (X_i, X'_i)$ имеет компактное

пополнение. Обозначим его тем же символом $\sum_i (X_i, X'_i)$, что не вызовет недоразумений, так как оно будет компактной группой в случае компактных пар групп (X_i, X'_i) и дискретной в случае дискретных пар групп (X_i, X'_i) . Доказывается, что полученная группа $\sum_i (X_i, X'_i)$ является группой характеров группы $\sum_i (Y_i, Y'_i)$ и наоборот. Точно так же, топологизируя описанным выше способом исходную группу $\sum_i (Y_i, Y'_i)$ при компактных парах групп (Y_i, Y'_i) , получаем группу $\sum_0 (Y_i, Y'_i)$, компактное пополнение которой есть $\sum_i (Y_i, Y'_i)$. И здесь компактная группа $\sum_i (Y_i, Y'_i)$ двойственна дискретной группе $\sum_i (X_i, X'_i)$. Следовательно, группы $\sum_i (X_i, X'_i)$ и $\sum_i (Y_i, Y'_i)$ построены таким образом, что каждая из них компактна, когда в соответствующей сумме пары групп компактны, и дискретна, когда в ней пары групп дискретны. Вместе с тем доказано, что при сопряженных парах групп эти группы двойственны между собой:

$$\sum_i (X_i, X'_i) \mid \sum_i (Y_i, Y'_i).$$

Теперь рассмотрим прямую сумму (или произведение) $\sum_{\sigma_i^p} (X_i, X'_i)$ пар групп (X_i, X'_i) , взятых столько раз, сколько имеется p -мерных сферидов в K , причем для каждого i имеем $(X_i, X'_i) = (X, X')$. Далее, рассмотрим в группе $\sum_{\sigma_i^p} (X_i, X'_i)$ подгруппу G_0 , порожденную элементами следующих видов:

$$\begin{aligned} \lambda \sigma^p - x \tau^p, \quad \text{где } \sigma^p \simeq \tau^p, \quad x \in X, \\ x \sigma^p + x \tau^p - x (\sigma^p \circ \tau^p), \quad x \in X. \end{aligned}$$

В случае компактной пары групп (X, X') замыкаем подгруппу G_0 группы $\sum_{\sigma_i^p} (X_i, X'_i)$ в компактную группу $\sum_{\sigma_i^p} (X_i, X'_i)$ и обозначаем ее через G .

В случае дискретной пары (X, X') будем считать, что $G = G_0$.

Гомотопическая группа $\pi_p(R, x_0; X, X')$ I-го вида над парой групп коэффициентов (X, X') , по определению, есть фактор-группа $\sum_{\sigma_i^p} (X_i, X'_i) / G$. Эта группа компактна или дискретна, смотря по тому, компактна или дискретна пара групп (X, X') .

В случае, когда X — дискретная группа, а $X' = O$, введенная выше группа $\pi_p(R, x_0; X, X')$ превращается в гомотопическую группу $\pi_p(R, x_0; X, O)$ пространства R над X , введенную Катута в работе [5].

При $X=I$, где I —пелочисленная группа, получается классическая группа $\pi_p(R)$ пространства R [6].

Перейдем к определению кохомотопических групп. С этой целью рассмотрим прямую сумму (или произведение) $\sum_{\sigma_i^p} (Y_i, Y_i')$, причем и здесь для каждого i принимаем $(Y_i, Y_i') = (Y, Y')$, $X \mid Y$, $X' \perp Y'$. Выделим теперь в группе $\sum_{\sigma_i^p} (Y_i, Y_i')$ аннулятор подгруппы G группы $\sum_{\sigma_i^p} (X_i, X_i')$, который, по определению, принимаем за кохомотопическую группу I-го вида пространства R над парой групп коэффициентов (Y, Y') и обозначаем ее через $\pi^p(R, x_0; Y, Y')$. В случае компактной пары группы коэффициентов (Y, Y') , группу $\pi_0^p(R, x_0; Y, Y')$, как подгруппу топологической группы $\sum_0 (Y_i, Y_i')$, замыкаем в группе $\sum_{\sigma_i^p} (Y_i, Y_i')$. Полученную компактную группу называем кохомотопической группой I-го вида и обозначаем ее также через $\pi^p(R, x_0; Y, Y')$. В случае дискретной пары групп коэффициентов (Y, Y') группу $\pi^p(R, x_0; Y, Y')$ тоже считаем дискретной.

Имеет место

Теорема 1. Если (X, X') и (Y, Y') являются сопряженными парами групп, то гомотопическая и кохомотопическая группы $\pi_p(R, x_0; X, X')$ и $\pi^p(R, x_0; Y, Y')$ пространства R над парой групп коэффициентов (X, X') и (Y, Y') соответственно двойственны:

$$\pi_p(R, x_0; X, X') \mid \pi^p(R, x_0; Y, Y').$$

Это следует из того, что подгруппы G и $\pi^p(R, x_0; Y, Y')$ двойственных групп $\sum_{\sigma_i^p} (X_i, X_i')$ и $\sum_{\sigma_i^p} (Y_i, Y_i')$ соответственно, как легко видеть, являются аннуляторами одна другой.

§ 2. Гомотопические и кохомотопические группы пространства R над парой групп коэффициентов мы можем определить и другим способом. Введенные таким образом группы будем называть гомотопическими и кохомотопическими группами II-го вида пространства R над парой групп коэффициентов. С этой целью рассмотрим замкнутый подкомплекс S_{p+1} сингулярного комплекса $S(R)$ пространства R [7], состоящий из таких $(p+1)$ -мерных сингулярных симплексов, $(p-1)$ -мерные грани которых отображаются в x_0 , $x_0 \in R$. Далее, рассмотрим направленную по возрастанию систему $\{K_a\}$ всех локально-конечных подкомплексов K_a комплекса S_{p+1} . Для каждого K_a определяем гомотопическую группу $\pi_p(K_a, x_0; X, X')$ комплекса K_a над парой групп коэффициентов (X, X') как фактор-группу $\sum_{\sigma_i^p} (X_i, X_i') / G_a$ прямой суммы $\sum_{\sigma_i^p} (X_i, X_i')$ пар групп (X_i, X_i') , $\sigma_i^p \in K_a$, по подгруппе G_a , порожденной элементами следующих видов:

$$x\sigma^p - x\tau^p, \quad \text{если } \sigma^p \cong \tau^p, \quad x \in X,$$

$$x\sigma^p + x\tau^p - x(\sigma^p \circ \tau^p), \quad x \in X,$$

и когомтопическую группу $\pi^p(K_a, x_0; Y, Y')$ комплекса K_a над парой групп коэффициентов (Y, Y') как аннулятор подгруппы G_a группы $\sum_{\sigma_i^p} (X_i, X'_i)$ в группе $\sum_{\sigma_i^p} (Y_i, Y'_i)$. Вложение $\pi_{ab}: K_a \subset K_b$ определяет естественным образом гомоморфизмы

$$\pi_{ab*}: \pi_p(K_a, x_0; X, X') \rightarrow \pi_p(K_b, x_0; X, X')$$

и

$$\pi_{ba}^*: \pi^p(K_b, x_0; Y, Y') \rightarrow \pi^p(K_a, x_0; Y, Y')$$

и, таким образом, порождает прямые и обратные спектры

$$\{ \pi_p(K_a, x_0; X, X'); \pi_{ab*} \}$$

и

$$\{ \pi^p(K_a, x_0; Y, Y'); \pi_{ba}^* \}.$$

Предельные группы этих спектров являются, по определению, гомотопическими и когомтопическими группами II-го вида пространства R относительно точки x_0 над парой групп коэффициентов (X, X') и (Y, Y') , соответственно. Обозначим их через $\pi_p^*(R, x_0; X, X')$ и $\pi_p^*(R, x_0; Y, Y')$. Эти группы компактны или дискретны, смотря по тому, компактны или дискретны группы коэффициентов, относительно которых они взяты [3, 4, 8].

Имеет место

Теорема 2. Если (X, X') и (Y, Y') являются сопряженными парами групп, то гомотопическая и когомтопическая группы II-го вида $\pi_p^*(R, x_0; X, X')$ и $\pi_p^*(R, x_0; Y, Y')$ пространства R над парой групп коэффициентов (X, X') и (Y, Y') соответственно двойственны:

$$\pi_p^*(R, x_0; X, X') \mid \pi_p^*(R, x_0; Y, Y').$$

Далее, доказываемся

Теорема 3. Гомотопическая и когомтопическая группы II-го вида $\pi_p^*(R, x_0; X, X')$ и $\pi_p^*(R, x_0; Y, Y')$ пространства R над парой групп коэффициентов (X, X') и (Y, Y') соответственно изоморфны гомологическим и когомтологическим группам $H_p(S_{p+1}; X, X')$ и $H^p(S_{p+1}; Y, Y')$ [3, 6] комплекса S_{p+1} над парой групп коэффициентов (X, X') и (Y, Y') соответственно, т. е.

$$\pi_p^*(R, x_0; X, X') \approx H_p(S_{p+1}; X, X'),$$

и

$$\pi_p^*(R, x_0; Y, Y') \approx H^p(S_{p+1}; Y, Y').$$

Пусть теперь $f: X \rightarrow Y$ есть такой эпиморфизм дискретной группы X на дискретную группу Y , при котором $f(X) = Y' \subset Y$, где X' — подгруппа группы X , а Y' — подгруппа группы Y . Обозначим $\text{Ker } f$ через F , а $\text{Ker } f/X'$ — через F' . При помощи эпиморфизма $f: (X, X') \rightarrow (Y, Y')$ строится точная последовательность гомологических групп комплекса S_{p+1} над парой групп коэффициентов [9, 10]:

$$\dots \rightarrow H_p(S_{p+1}; F, F') \rightarrow H_p(S_{p+1}; X, X') \rightarrow H_p(S_{p+1}; Y, Y') \rightarrow \dots$$

В силу теоремы 3 эту последовательность можно переписать следующим образом:

$$\dots \rightarrow H_p(S_{p+1}; F, F') \rightarrow \pi_p^*(R, x_0; X, X') \rightarrow H_p(S_{p+1}; Y, Y') \rightarrow \dots$$

Следовательно, гомотопическая группа II-го вида $\pi_p^*(R, x_0; X, X')$ пространства R над парой групп коэффициентов является объектом точной последовательности гомологических групп. Отсюда при определенных условиях получаем некоторую оценку группы гомотопии второго вида над парой групп коэффициентов посредством группы гомологии конечных циклов и бесконечных циклов. Именно *группа гомотопии второго вида пространства оказывается расширением гомологической группы бесконечных циклов при помощи гомологической группы конечных циклов.*

Тбилисский государственный
 университет

(Поступило в редакцию 15.9.1965)

მათემატიკა

დ. ბალაძე

კოეფიციენტების დისკრეტული ან კომპაქტური ჯგუფების
 წყვილის მიმართ აღებულ კომპოტოპიისა და
 კომპოტოპიის ჯგუფების შესახებ

რეზიუმე

შრომაში შემოტანილია კოეფიციენტების დისკრეტული ან კომპაქტური ჯგუფების წყვილის მიმართ სივრცის ორი სახის ჰომოტოპიისა და კომპოტოპიის ჯგუფების განმარტება. მტკიცდება, რომ იმ შემთხვევაში, როდესაც კოეფიციენტების ჯგუფთა წყვილები შეუღლებულია, როგორც პირველი, ისე მეორე სახის ჰომოტოპიისა და კომპოტოპიის ჯგუფები ერთმანეთის მიმართ ორადულებია. შემდეგ მტკიცდება, რომ მეორე სახის ჰომოტოპიისა და კომპოტოპიის ჯგუფები სინგულარული კომპლექსის რომელიმე ქვეკომპლექსის ჰომოლოგიისა და კომპოლოგიის ჯგუფების იზომორფულია. გარდა

ამისა, მტკიცდება, რომ კოეფიციენტების ჯგუფთა წყვილის მიმართ აღებული მეორე სახის ჰომოტოპიის ჯგუფი მონაწილეობას ღებულობს ჰომოლოგიის ჯგუფთა ზუსტ მიმდევრობაში, რომელიც გარკვეულ შეფასებას აძლევს აღნიშნული ჰომოტოპიის ჯგუფს სასრულო და ყველა უსასრულო ციკლებზე დაფუძნებული ჰომოლოგიის ჯგუფების საშუალებით.

დამოუკიდებელი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. H. Leptin. Bemerkung zu einem Satz von S. Kaplan. Archiv der Math., 6, 1955.
2. П. С. Александров. Комбинаторная топология. М.—Л., 1947.
3. Д. О. Баладзе. О группах гомологии и когомологии над парой групп коэффициентов. ДАН СССР, 131, № 6, 1960.
4. Г. С. Чогошвили. О гомологических аппроксимациях и законах двойственности для произвольных множеств. Математический сборник, 28 (70), № 1, 1951, 89.
5. Y. Katuta. Homotopy groups with coefficients. Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Daigaku, Sect., A 7, 1960.
6. Ху Сы-Цзян. Теория гомотопий. М., 1964.
7. S. Eilenberg. Singular Homology Theory. Annals of Mathematics, vol. 45, № 3, 1944.
8. Н. А. Берикашвили. О группах гомологии пространства с компактной группой коэффициентов. Сообщения АН ГССР, т. XVI, 1955.
9. Д. О. Баладзе. Некоторые теоремы двойственности и инвариантности для групп гомологии, взятых над парой групп коэффициентов. Труды Тбилисского математического института им. А. М. Размадзе, т. XXIX, 1964.
10. Н. Стиврод и С. Эйленберг. Основания алгебраической топологии. М., 1958.

Д. Г. ЦКИПУРИШВИЛИ

СТАТИСТИКО-ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ
ПОПУЛЯЦИИ ОБЩЕСТВЕННОЙ ПОЛЕВКИ
(*MICROTUS SOCIALIS PALL*)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Гокиели 5.7.1965)

Математическое моделирование экологических систем изучается уже в течение нескольких десятилетий, начиная с работ [1, 2]. Однако авторы этих работ ограничивались лишь простейшими системами, допускающими аналитическое решение соответствующих уравнений.

Развитие методов машинной математики открывает новые возможности моделирования экологических систем [3, 4], так как быстродействующая вычислительная цифровая машина может справиться почти со всеми возникающими здесь математическими задачами.

Поскольку проблема динамики популяции является основной проблемой современной экологии, выяснение закономерности которой имеет важнейшее теоретическое и практическое значение, естественно, что внимание исследователей, в первую очередь, привлекает использование вычислительных цифровых машин для разработки этой проблемы.

Целью работы является построение близкой к действительности статистико-вероятностной модели динамики популяции общественной полевки (*Microtus socialis* Pall), отражающей процессы, протекающие в популяции данного вида, что дает возможность прогнозировать и предотвращать ожидаемые массовые размножения.

Для расчета использованы статистические данные Института зоологии АН ГССР и Грузинской противочумной станции Министерства здравоохранения СССР о динамике популяции общественной полевки в степях Шираки, где она является доминирующим видом.

Возможно, предлагаемая модель окажется годной и для расчета численности популяции других видов с учетом биологических особенностей данного вида.

Постановка задачи

Моделируя динамику популяции общественной полевки, мы сталкиваемся с целым рядом трудностей, поскольку динамика популяции представляет собой очень сложный процесс, являющийся результатом взаимодействия

организмов со средой [5, 6]. Ввиду большого числа разнообразных причин, влияющих на изменение численности населения, в целях упрощения задачи делается ряд допущений и ограничений и, следовательно, предлагаемая модель отражает схематизированную и идеализированную картину жизни общественной полевки в природных условиях.

Как известно, основные факторы, влиянию которых подвергаются мышевидные грызуны, следующие: а) метеорологические условия, б) корм, в) хищники, г) эпизоотия.

Действие этих факторов сказывается, во-первых, на колебаниях интенсивности размножения и, во-вторых, на колебаниях смертности, отчего и зависит изменение численности грызунов [7, 8].

Рассмотрение действия основных факторов на колебания интенсивности размножения показывает, что общественная полевка очень чувствительна к изменениям условий среды, что ясно отражается на половозрелости, плодовитости, числе эмбрионов, соотношении полов и других показателях [9—11].

Мы не будем останавливаться на описании влияния каждого фактора на биологические показатели данного вида, а все эти изменения, связанные с изменением внешней среды, выразим посредством коэффициента размножения, определяемого следующим образом: коэффициент размножения = соотношение полов \times среднее число эмбрионов \times средний процент самок, участвующих в размножении.

Что касается влияния основных факторов на колебание смертности грызунов, целесообразно разделить их на две группы [12] относительно плотности населения животных: 1) факторы, действующие независимо от плотности населения; 2) факторы автоматического регулирования, значения которых возрастают параллельно росту плотности населения.

Следует отметить, что конкуренция любого вида и миграции, которые также зависят от плотности населения, нами не рассматриваются.

Так как хищники не могут ни предотвратить, ни прекратить массового размножения грызунов, мы рассматриваем их влияние как фактор, действующий независимо от плотности населения, аналогичный факторам среды (засуха, мороз, наводнение, неурожай корма) [13, 14].

Результат действия всех этих разнообразных факторов смерти оценивается нами посредством средней продолжительности жизни, что и дает представление о колебании смертности.

Что касается эпизоотии, то это ярко выраженная функция плотности населения, и смертность, вызванная этим фактором, рассматривается отдельно.

Итак, действие основных факторов на колебания интенсивности размножения и колебания смертности рассматривается следующим образом. Принимая во внимание, что в природных условиях всегда наблюда-

ется комплексное действие факторов, в предлагаемой модели объединяем действие трех основных факторов: метеорологических условий, корма и хищников, считая, что они полностью определяют жизненные условия для существования и развития вида. Разнообразные сочетания этих факторов в комплексе оказывают на вид различные воздействия, которые, ввиду своей сложной природы, не всегда подлежат количественной оценке.

Очевидно, во время подъема численности имеет место такое сочетание факторов, которое благоприятствует повышению интенсивности размножения и понижению смертности. А уменьшение численности населения вызвано именно неблагоприятным сочетанием факторов.

Оценивая комплексное влияние основных факторов по их результирующему действию, которое отражается на коэффициенте размножения и средней продолжительности жизни, мы делим сочетания факторов на три группы, сопоставляя каждой группе свой коэффициент размножения и среднюю продолжительность жизни, не интересуясь, однако, значениями отдельных факторов в комплексе.

Каждую из этих групп, в которой может находиться вид, мы назовем состоянием и припишем им одинаковые вероятности, ввиду отсутствия исчерпывающих знаний, позволяющих дать определенную количественную оценку каждого фактора в комплексе.

В основе предлагаемой нами модели и лежит вышеописанное рассмотрение взаимодействия организма со средой.

При моделировании динамики популяции общественной полевки мы рассматриваем годовой цикл, так как за этот срок выявляются все характерные особенности взаимодействия организма с изменяющимися условиями жизни.

Год разбиваем на шесть равных частей, объединяя январь и февраль, март и апрель и т. д. по следующим соображениям: а) природные условия каждых двух месяцев в рассматриваемой нами зоне Шираки близки друг к другу; б) наблюдаются как сезонные, так и месячные изменения природных условий; в) биологические данные, используемые нами при расчете, определяются каждые два месяца для получения более полной экологической картины.

Как показывают данные наблюдений, общественная полевка в течение двухмесячного интервала заметным образом реагирует на изменения внешних условий, что отражается на ее биологических показателях.

Поэтому каждый двухмесячный интервал является независимым, объединяет в себе три равновероятных состояния в описанном выше смысле и характеризуется своими биологическими показателями.

Коэффициент размножения, зависящий от состояния, также меняется при переходе от одного двухмесячного интервала к другому. Что



касается средней продолжительности жизни, дающей представление о смертности, то она зависит только от состояния и в ней не учитываются сезонные изменения смертности. Смертность как бы усредняется по всему году. Такое упрощение вызвано тем, что в данный момент нет более эффективной количественной оценки смертности, чем средняя продолжительность жизни.

Как уже отмечалось, одним из факторов, увеличивающих смертность с повышением плотности населения, является эпизоотия.

При изучении эпизоотии среди мышевидных грызунов многие исследователи пришли к выводу, что эпизоотии не могут регулировать численность вида в природе, так как они охватывают не весь ареал распространения грызунов и смертность, вызванная ими, не достигает уничтожающих размеров [14].

Однако неоспоримым является тот факт, что после массового размножения наблюдается массовая гибель, которая приводит данный вид почти к исчезновению. Не интересуясь причинами такой массовой гибели, мы будем принимать во внимание только результат этого явления. После каждого пика численности населения за двухмесячный интервал времени будем сокращать численность населения до минимальных значений, предполагая, что нижний предел зависит только от внешних условий, в которых находится вид в момент понижения численности. Всю эту массовую гибель грызунов приписываем действию эпизоотии, которую считаем функцией плотности населения и внешних условий. Что касается сезонных закономерностей развития эпизоотии в популяции грызунов, то она не рассматривается [15].

Итак, учет всей сложной картины эпизоотии, точнее, массовой гибели вида после достижения пика численности, происходит по следующей схеме. Даются три интервала плотности населения, при которых возможно возникновение эпизоотии. Кроме плотности населения, на вероятность начала эпизоотии влияют и состояния, в которых находится вид после достижения критических плотностей. Результатом действия эпизоотии является минимальное значение численности населения, которое достигается в течение двухмесячного интервала и зависит только от состояния в данном интервале.

Статистико-вероятностная модель

Предлагаемая нами статистико-вероятностная модель динамики популяции общественной полевки является математическим выражением вышеописанной биологической картины.

Обозначим рассматриваемый годовой цикл развития общественной полевки через t и разделим его на $l=6$ равных частей. Интервал времени t_j описывается тремя различными состояниями с вероятностью P_j ($j=1, 2, 3$).

Каждое j -состояние характеризуется коэффициентом размножения γ и средней продолжительностью жизни τ . Как было уже отмечено, коэффициент размножения γ зависит как от состояния, так и от интервала времени, средняя же продолжительность жизни τ является функцией лишь состояния, т. е. $\gamma(j, l) = \gamma_{jl}$ и $\tau(j) = \tau_j$. Наряду с этим, обозначим эпизоотию через $H(j, D_k)$, где D_k — интервалы плотности населения, в которых может иметь место эпизоотия. Число особей к моменту завершения процесса эпизоотии обозначим через L_j , зависящее только от состояния.

В данных обозначениях введем понятие вероятности нахождения в момент времени t_i числа особей m при условии, что в момент t_{i-1} имеем $N_{i-1} = n$ особей:

$$P \left\{ N_i = m \mid N_{i-1} = n, l \right\} = \sum_{j=1}^3 P \left\{ N_i = m \mid j, l, N_{i-1} = n \right\} P_j, \quad (1)$$

где $P \left\{ N_i = m \mid j, l, N_{i-1} = n \right\}$ — вероятность нахождения в момент времени t_i числа особей m , если осуществляется состояние j в интервале t_i , а в момент t_{i-1} имеется n особей. Далее, вероятность записывается в виде

$$\begin{aligned} P \left\{ N_i = m \mid j, l, N_{i-1} = n \right\} &= P \left\{ N_i = m \mid j, l, N_{i-1} = n, H \right\} \times \\ &\times P \left\{ H \mid j, l, N_{i-1} = n \right\} + P \left\{ N_i = m \mid j, l, N_{i-1} = n, \bar{H} \right\} \times \\ &\times \left\{ 1 - P \left(N \mid j, l, N_{i-1} = n \right) \right\}, \end{aligned} \quad (2)$$

где

$$P \left\{ N_i = m \mid j, l, N_{i-1} = n, H \right\} = \begin{cases} n < D_0 & \text{неопределенное,} \\ n > D_k & \begin{cases} 0, & m \neq L_j, \\ 1, & m = L_j, \end{cases} \\ (k = 0, 1, 2, 3), \end{cases} \quad (3)$$

$$(j = 1, 2, 3)$$

— вероятность нахождения в момент времени t_i числа особей m , если осуществляется состояние j в интервале t_i , а в момент t_{i-1} имеется n особей при наличии эпизоотии H ;

$$P \left\{ H \mid j, l, N_{i-1} = n \right\} = P \left\{ H \mid j, N_{i-1} = n \right\} = P \left\{ H \mid j, D_k \right\}, \quad (4)$$

$$n \in D_k, \quad (k = 0, 1, 2, 3)$$

— вероятность эпизоотии H , если в момент времени t_{i-1} имеется число особей n , а в момент t_i осуществляется состояние j в интервале t_i ;

$$P \left\{ N_i = m \mid j, l, N_{i-1} = n, \bar{H} \right\} = \begin{cases} 0, & m \neq x, \\ 1, & m = x, \quad x = n(1 + \gamma_{jl}) \varepsilon_j, \end{cases} \quad (5)$$

— вероятность нахождения в момент времени t_i числа особей m , если осуществляется состояние j в интервале t_e , а в момент t_{i-1} имеется n особей при отсутствии эпизоотии; ε_j — коэффициент числа выживших особей, определяемый как функция средней продолжительности жизни τ_j :

$$\varepsilon_j = e^{-a_j t}, \quad (6)$$

где

$$a_j = \frac{1}{\tau_j}.$$

Выражение (2) в действительности отражает рассматриваемый процесс.

При наличии эпизоотии в выражении (2) выпадает второй член и

$$P \left\{ N_i = m \mid j, l, N_{i-1} = n \right\} = P \left\{ N_i = m \mid j, l, N_{i-1} = n, H \right\}, \quad (7)$$

что равно единице лишь в случае $m = L_j$ и соответствует биологической картине при наличии эпизоотии.

В отсутствие эпизоотии

$$P \left\{ N_i = m \mid j, l, N_{i-1} = n \right\} = P \left\{ N_i = m \mid j, l, N_{i-1} = n, \bar{H} \right\} \quad (8)$$

и отлично от нуля только для $m = x$, где $x = n(1 + \gamma_{jl}) \varepsilon_j$ — математическое выражение числа особей через коэффициент размножения и среднюю продолжительность жизни, что и соответствует биологическому описанию процесса.

Выражение (2), являющееся основой предложенной нами статистико-вероятностной модели динамики популяции общественной полевки, представляет собой в то же время и алгоритм расчета данного процесса на вычислительной машине БЭСМ-2.

Результаты проведенного на БЭСМ-2 расчета динамики популяции общественной полевки по предложенной нами статистико-вероятностной модели будут представлены в следующей работе.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт кибернетики
 Тбилиси

(Поступило в редакцию 5.7.1965)

დ. ტვიშუროშვილი

საზოგადოებრივი მემინდვრიას (*MICROTUS SOCIALIS PALL*)
პოპულაციის დინამიკის სტატისტიკურ-ალბათური
მოდელი

რეზიუმე

შრომში განხილული მოდელი წარმოადგენს თავისებრი მლრნელების ერთ-ერთი წარმომადგენლის პოპულაციის დინამიკის რეალური სურათის ასახვის ცდას. პოპულაციის დინამიკაზე მოქმედი ძლიერ დიდი რიცხვი ფაქტორებისა და მათი რთული ურთიერთდამოკიდებულების გამო მოდელი შეესაბამება გამარტივებულ ბუნებრივ სურათს.

მოდელს საფუძვლად უდევს საზოგადოებრივი მემინდვრიას „დაბალი ინერციულობა“, რაც მდგომარეობს მის განსაკუთრებულ მგრძობიარობაში გარემო პირობების ცვლილებების მიმართ. ეს გარემოება საშუალებას გვაძლევს საარსებო პირობების ყოველ კომპლექსს შევესაბამოთ საკუთარი ბიოლოგიური მაჩვენებლები, ყველაზე მეჯამებული სახით გამოხატული გამრავლების კოეფიციენტით და სიცოცხლის საშუალო ხანგრძლივობით.

საზოგადოებრივი მემინდვრიას პოპულაციის დინამიკის მოდელირების დროს ვიხილავთ წლიურ ციკლს, რადგან ამ ხნის განმავლობაში თავს იჩენს ორგანიზმისა და საარსებო პირობების ურთიერთქმედებისათვის დამახასიათებელი თავისებურებანი. წელიწადს ვყოფთ ექვს ტოლ ნაწილად, ვაერთებთ ერთად იანვარსა და თებერვალს, მარტსა და აპრილს და ა. შ. თითოეულ ორთვიან ინტერვალს ვთვლით დამოუკიდებლად და შევესაბამებთ საკუთარ ბიოლოგიურ მაჩვენებლებს.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. V. Volterra. Lecons sur la theorie mathematique de la lutte pour la vie. Gauthier-Villars, Paris, 1931.
2. A. J. Lotka. Elements of Mathematical Biology. Dover, New York, 1956.
3. K. E. Watt. Science, 133, 1964, 706.
4. Д. Герфинкель. Моделирование экологических систем на цифровых вычислительных машинах. Математика, 8:3, 1964.
5. Н. П. Наумов, Г. В. Никольский. О некоторых общих закономерностях динамики популяций животных. Зоол. журнал, т. ХLI, вып. 8, 1964.
6. Н. П. Наумов. Некоторые основные вопросы динамики населения животных. Зоол. журнал, т. XXXVII, вып. 5, 1958.
7. Б. С. Виноградов. Материалы по динамике фауны мышевидных грызунов СССР. Наркомзем СССР, Л., 1934.
8. Н. П. Наумов. Очерки сравнительной экологии мышевидных грызунов. Изд. АН СССР, М., 1948.

9. თ. თცხელი. გარემო პირობების გავლენა საზოგადოებრივი მემინდვრიის (*Microtus socialis*) საშვილოსნოს რქებში ჩანასახების განაწილებაზე და რაოდენობაზე. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XXVI, № 4, 1961.
10. З. С. Родионов. Биология общественной полевки и опыты борьбы с нею в Закавказье. Л., 1924.
11. С. С. Кохия. Исследование по биологии карлийской полевки. Автореферат, Тбилиси, 1948.
12. Ch. Elton. Voles, mice and lemmings. Oxford, 1942.
13. А. Н. Формозов, Н. Б. Бируля. Дополнительные данные к вопросу о взаимоотношениях хищных птиц и грызунов. Уч. зап. МГУ, зоол., вып. 12, 1937.
14. Н. В. Башенина. Значение теории стресса для понимания механизмов динамики численности мелких грызунов. Бюлл. МОИП, отд. биол., вып. 6, 1963.
15. Н. И. Калабухов. Сезонные закономерности возникновения, развития и угасания эпизоотий в популяциях грызунов. Зоол., журнал, т. XII, вып. 9, 1962.

М. М. МИРИАНАШВИЛИ
 (член-корреспондент АН ГССР)

РЕЛЯТИВИСТСКОЕ ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ В СКАЛЯРНОМ ПОЛЕ

Вопрос о классическом релятивистском движении частицы в скалярном и векторном полях был рассмотрен в последние годы в работах [1—3]. Используя приближенное уравнение Гамильтона—Якоби, Верле [2] ввел понятие эффективного потенциала, позволяющего описывать релятивистские эффекты с помощью нерелятивистских уравнений, и пришел к выводу, что в случае электростатического и мезостатического векторных полей релятивистские эффекты приводят к появлению добавочного притяжения, тогда как в случае скалярного поля они дают добавочное отталкивание. Спалоси и Маркс [3] также рассмотрели движение частицы в скалярном поле и показали, что в некоторой области, ввиду релятивистских эффектов, притяжение переходит в отталкивание. Однако этот парадоксальный вывод—превращение притяжения в отталкивание—не получил физического объяснения и так и остался непонятным результатом.

Рассмотрим релятивистское движение частицы в скалярном поле, которое характеризуется четырехскаляром $\varphi(x, y, z, t)$. Если константа связи этого поля с частицей есть g , то удобно ввести величину $\Phi = g\varphi$. Для получения уравнения движения будем исходить из принципа действия

$$\delta S = \delta \left(-m_0 c \int ds - \frac{1}{c} \int \Phi ds \right) = 0. \quad (1)$$

Отсюда легко получить уравнение движения

$$\frac{d}{d\tau} \left[\left(m_0 + \frac{\Phi}{c^2} \right) u_\mu \right] = - \frac{\partial \Phi}{\partial x_\mu}, \quad (2)$$

где τ —собственное время, а u_μ —четыре-вектор скорости.

Если записать это уравнение в обычном виде

$$\frac{d}{d\tau} (m u_\mu) = - \frac{\partial \Phi}{\partial t_\mu}, \quad (3)$$

то станет ясно, что в случае скалярного поля «эффективная масса покоя» m не может быть постоянной, а должна быть связана с потенциалом Φ формулой

$$m = m_0 + \frac{\Phi}{c^2}. \quad (4)$$

Для дальнейшего рассмотрения удобно перейти к трехмерной форме уравнения движения. Легко видеть, что в этом случае уравнения движения примут вид

$$m_0 \frac{d\vec{v}}{dt} = - \frac{1 - \frac{v^2}{c^2}}{1 + \frac{\Phi}{m_0 c^2}} \left(\text{grad} + \frac{\vec{v}}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} \right) \Phi \quad (5)$$

и

$$\frac{d}{dt} \frac{m_0 c^2 + \Phi}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \frac{\partial \Phi}{\partial t}. \quad (6)$$

В дальнейшем мы ограничимся случаем постоянного во времени скалярного поля. Тогда уравнения (5) и (6) примут вид

$$m_0 \frac{d\vec{v}}{dt} = - \frac{1 - \frac{v^2}{c^2}}{1 + \frac{\Phi}{m_0 c^2}} \text{grad} \Phi, \quad (7)$$

и

$$\frac{m_0 c^2 + \Phi}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = E = \text{Const}. \quad (8)$$

Из последнего уравнения $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ можно выразить как функцию скалярного потенциала

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{m_0 c^2 + \Phi}{E}. \quad (9)$$

Подстановка в уравнение (5) дает

$$m_0 \frac{d\vec{v}}{dt} = - \left(\frac{m_0 c^2}{E} \right)^2 \left(L + \frac{\Phi}{m_0 c^2} \right) \text{grad} \Phi. \quad (10)$$

Ясно, что, используя эффективный потенциал [2]

$$w = \left(\frac{m_0 c^2}{E} \right)^2 \left(\Phi + \frac{1}{2 m_0 c^2} \Phi^2 \right),$$

уравнение (10) можно записать в виде

$$m_0 \frac{d\vec{v}}{dt} = - \text{grad } w. \quad (11)$$

Мы видим, что смысл эффективного потенциала заключается в том, что релятивистское движение частицы с массой покоя m_0 в скалярном поле с потенциалом Φ эквивалентно нерелятивистскому движению этой частицы в поле с потенциалом w .

Исходя из уравнения (10), Сламси и Маркс [3] показали, что начиная с некоторого расстояния притяжение сменяется отталкиванием, в результате чего частица останавливается и потом опять уходит в бесконечность. В точке на расстоянии r_c от центра притяжения (предполагается, что поле во всем пространстве притягательного характера и зависит только от r), для которого $\Phi = -m_0 c^2$, скорость частицы достигает скорости света.

Итак, для движения частицы в скалярном поле характерно следующее: при приближении из бесконечности до расстояния r_c сила, действующая на частицу, постепенно убывает, пока в точке с $r=r_c$ она не обратится в нуль. Далее, в области между r_c и r_0 (r_0 соответствует условию $\Phi = -E - m_0 c^2$) на частицу действует всевозрастающая сила отталкивания, которая в конце концов останавливает частицу в точке r_0 . Первое явление—уменьшение силы до нуля при приближении частицы к точке $r=r_c$ —легко понять, если записать уравнение движения в виде

$$m_0 \frac{d\vec{v}}{dt} = - \frac{E}{m_0 c^2} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \text{ grad } \Phi.$$

Уменьшение силы вызывается множителем $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$, который при приближении частицы к центру, т. е. при возрастании скорости, убывает и в точке с $r=r_c$, в которой скорость становится равной скорости света, обращается в нуль. Физически это явление вполне понятно, так как множитель $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ входит в выражение для массы движения:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

Увеличение скорости частицы увеличивает массу частицы, что, конечно, эквивалентно уменьшению силы, действующей на частицу. Следовательно, можно сказать, что постепенное уменьшение силы и обращение ее в нуль в точке $r=r_c$ связано с соответствующим увеличением массы частицы до бесконечно большого значения.

Рассмотрим теперь явление превращения притяжения в отталкивание в области от r_c до r_0 . Обратимся для этого к уравнению энергии

$$\frac{m_0 c^2 + \Phi}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = E = \text{const.}$$

Допустив, что на бесконечности Φ равно нулю, а скорость частицы есть v_0 , для полной энергии получим

$$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}} > 0,$$

т. е. величину положительную. Ввиду ее постоянства, она должна остаться положительной во все время движения. Однако, если Φ станет меньше, чем $-m_0 c^2$, числитель в формуле (12) станет отрицательным и, если оставить перед корнем знак $+$ (что принято нами в области от ∞ до r_c), нарушится закон сохранения энергии. Поэтому если мы хотим сохранить в силе закон энергии, то в области $r < r_c$ необходимо изменить знак перед корнем. Итак, при переходе через точку $r = r_c$, в которой скорость частицы становится равной скорости света, закон сохранения энергии требует изменения знака корня. Это означает, что в области $r < r_c$ закон энергии надо писать в виде

$$\frac{m_0 c^2 + \Phi}{-\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = E. \quad (13)$$

Однако изменение знака корня означает изменение знака массы. Она становится отрицательной, и, хотя действующая на частицу сила опять направлена к центру (поле притяжения), частица получает ускорение, обратное направлению действующей силы. Ясно, что уравнение движения в случае скалярного поля необходимо писать в следующем виде:

$$\pm \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \frac{d\vec{v}}{dt} = - \frac{m_0 c^2}{E} \text{grad } \Phi. \quad (14)$$

Выясним теперь, почему не имеет места этот „парадоксальный“ результат перехода частицы в состояние с отрицательной массой в случае движения в четырехвекторном поле. В этом случае уравнения движения имеют вид

$$\frac{d}{dt} \frac{m_0 \vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = - \text{grad } \Phi. \quad (15)$$

и

$$\frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} + \Phi = E = \text{const}, \quad (16)$$

если допустить, что вектор-потенциал $A = 0$, а скалярный (в трехмерном смысле) потенциал Φ не зависит от времени.

Отсюда получаем

$$m_0 \frac{d\vec{v}}{dt} = - \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{3/2} \text{grad } \Phi - [\vec{v} [\vec{v} \text{grad } \Phi]]$$

или

$$m_0 \frac{d\vec{v}}{dt} = - \left(\frac{m_0 c^2}{E - \Phi} \right) \text{grad } \Phi - [\vec{v} [\vec{v} \text{grad } \Phi]]. \quad (17)$$

Если движение частицы радиальное, то второй член в правой части уравнения (17) обращается в нуль и уравнение движения принимает вид

$$m_0 \frac{d\vec{v}}{dt} = - \left(\frac{m_0 c^2}{E - \Phi} \right) \text{grad } \Phi. \quad (18)$$

Рассматривая случай притяжения ($\Phi < 0$), получаем, что множитель перед $\text{grad } \Phi$ всегда положителен, так что ускорение всегда направлено противоположно $\text{grad } \Phi$ (притяжение). Ясно, что основой различия четырехскалярного и четырехвекторного полей является различный вид закона сохранения энергии. В случае четырехвекторного поля уменьшение Φ до $-\infty$ не требует изменения знака корня для выполнения закона сохранения. Конечно, и в случае четырехвекторного поля постепенное увеличение скорости частицы приводит к соответствующему увеличению массы, что эквивалентно появлению добавочной силы отталкивания. Однако в этом случае равенство сил отталкивания и притяжения достигается при падении на центр, а не на конечном расстоянии r_c , как в случае скалярного поля. Это особенно ясно видно, если уравнения движения записать в виде

$$m_0 \frac{d\vec{v}}{dt} = - \text{grad } \Phi + \left[L - \left(1 - \frac{\Phi}{c_0 m^2} \right) \right] \text{grad } \Phi \quad (19)$$

для четырехскалярного поля и в виде

$$m_0 \frac{d\vec{v}}{dt} = - \text{grad } \Phi + \left[L - \left(\frac{1}{L - \frac{\Phi}{m_0 c^2}} \right) \right]^3 \text{grad } \Phi \quad (19')$$

для четырехвекторного поля (в обоих случаях при $E = m_0 c^2$).

Конечно, возможно и другое, альтернативное решение вопроса. Если считать, что в классической релятивистской теории знак корня

$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ все же должен быть положительным, то требование выполнения закона сохранения энергии приводит к необходимости запрещения скалярных полей, потенциал которых может быть меньше чем $-m_0 c^2$. Надо, однако, отметить, что такой запрет возможности изменения знака корня приводит к не менее парадоксальному результату, что область применимости скалярного потенциала будет зависеть от массы покоя движущейся в поле частицы.

Отметим наконец, что все вышеприведенные результаты могут быть получены с помощью релятивистского уравнения Гамильтона—Якоби. При этом станет ясной причина ошибки Верле, которая привела его к выводу, что добавочный потенциал дает притяжение.

Верле исходит из уравнения

$$-\frac{1}{c^2} \left(\frac{\partial s}{\partial t} + \Phi \right)^2 + (\nabla s)^2 + m_0 c^2 = 0 \quad (20)$$

и производит подстановку

$$s = -m_0 c^2 t + s'$$

В полученном уравнении

$$2 m_0 \frac{\partial s'}{\partial t} + 2 m_0 \Phi - \frac{2}{c^2} \frac{\partial s'}{\partial t} \Phi - \frac{1}{c^2} \left(\frac{\partial s'}{\partial t} \right)^2 - \frac{1}{c^2} \Phi^2 + (\nabla s')^2 = 0 \quad (21)$$

он отбрасывает члены

$$\frac{2}{c^2} \frac{\partial s'}{\partial t} \Phi \quad \text{и} \quad \frac{1}{c^2} \left(\frac{\partial s'}{\partial t} \right)^2,$$

что дает ему уравнение

$$\frac{\partial s'}{\partial t} + \frac{1}{2 m_0} (\nabla s')^2 + \Phi - \frac{1}{2 m_0 c^2} \Phi^2 = 0$$

с эффективным потенциалом

$$\Phi - \frac{1}{2 m_0 c^2} \Phi^2.$$

Однако если отбрасывание члена $\frac{1}{c^2} \left(\frac{\partial s'}{\partial t} \right)^2$ и оправдано при переходе к квазирелятивистскому приближению, то отбрасывание члена $\frac{2}{c^2} \frac{\partial s'}{\partial t} \Phi$ ничем не оправдано, так как этот член того же порядка, что и оставленные члены.

Действительно, оставив этот член, получим

$$\frac{\partial s'}{\partial t} \left(1 - \frac{\Phi}{m_0 c^2} \right) + \frac{1}{2 m_0} (\nabla s')^2 + \Phi - \frac{1}{2 m_0 c^2} \Phi^2 = 0$$

или

$$\frac{\partial s'}{\partial t} + \frac{1}{2 m_0} (\nabla s') \left(L - \frac{\Phi}{m_0 c^2} \right)^{-1} + \left(\Phi - \frac{1}{2 m_0 c^2} \right) \left(L - \frac{\Phi}{m_0 c^2} \right)^{-1} = 0.$$

Разлагая $\left(1 - \frac{\Phi}{m_0 c^2} \right)^{-1}$ в ряд и сохраняя в члене с кинетической энергией только первый член, а в выражении для потенциала—квадратичный относительно Φ , получаем

$$\frac{\partial s'}{\partial t} + \frac{1}{2 m_0} (\nabla s')^2 + \Phi + \frac{1}{2 m_0 c^2} \Phi^2 = 0$$

с эффективным потенциалом $w = \Phi + \frac{1}{2 m_0 c^2} \Phi^2$. Отсюда ясна ошибка

Верле. Отбросив член $\frac{2}{c^2} \frac{\partial s'}{\partial t} \Phi$, он отбросил в выражении эффективного потенциала добавочный член $\frac{1}{m_0 c^2} \Phi^2$, который, суммируясь с членом $-\frac{1}{2 m_0 c^2} \Phi^2$, дает правильный добавочный потенциал.

Аналогично можно рассмотреть уравнение Гамильтона—Якоби для скалярного поля.

Имеем

$$\left(\frac{\partial s}{\partial t} \right)^2 = (m_0 c^2 + \Phi)^2 + c^2 (\nabla s)^2$$

или после подстановки

$$s = - m_0 c^2 t + s'$$

и отбрасывания члена

$$\frac{1}{c^2} \left(\frac{\partial s'}{\partial t} \right)^2$$

$$\frac{\partial s'}{\partial t} + \frac{1}{2 m_0} (\nabla s')^2 + \Phi + \frac{1}{2 m_0 c^2} \Phi^2 = 0.$$

Тбилисский государственный
университет

(Поступило в редакцию 8.10.1965)

მ. მირიანაშვილი

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

 ნაწილაკის რელატივისტური მოძრაობა სკალარულ
 ველში

რ ე ზ ი უ მ ე

სტატიაში განხილულია სკალარულ ველში რელატივისტური მოძრაობის საკითხი. ნაჩვენებია, რომ ცნობილი პარადოქსალური შედეგი მიზიდვის შეცვლისა განხილვით, გამოწვეულია წმინდა რელატივისტური მიზეზით — მასის უსასრულოდ გაზრდითა და შემდგომში ნიშნის შეცვლით. გარჩეული და ახსნილი ვერლეს შეცდომა, დაშვებული მის მიერ ვექტორულ ველში მოძრაობის განხილვის დროს.

დაამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. I. Werle. Singular potentials in relativistic equation of motion. Bull. Ac. Pol. Sl., 1, 1953, 281.
2. I. Werle. Singular potentials in relativistic equation of motion. Il Nuovo Cimento, 1, 1 apr. 1955, 537.
3. G. Szamosi, G. Marx. Klassische Bewegung der Nukleoneu in Skalarfeld. Ann. d. Physik., Bd. 15, H. 3—4, 1955, 152.

Г. А. БЕГИАШВИЛИ, О. Н. ЧАВЧАНИДЗЕ

К ВОПРОСУ О ВРЕМЕНИ ЖИЗНИ ВОЗБУЖДЕННОГО СОСТОЯНИЯ В ГАЗАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Мирианшвили 23.2.1965)

Одним из основных параметров газовых оптических квантовых генераторов (ОКГ) является время жизни возбужденного состояния. Вследствие реабсорбции резонансного излучения в газе, время жизни оказывается измененным, по сравнению с „истинным“ временем жизни изолированного атома. Это эффективное время жизни, которое определяет работу ОКГ, является функцией давления, температуры, формы линии и геометрии задачи [1].

В теории газовых ОКГ для оценки эффективного времени жизни возбужденного состояния используют выражение, полученное Гольштейном [2], который впервые рассмотрел нестационарную задачу переноса излучения через газы¹. При решении этой задачи Гольштейн существенно использовал предположение о том, что основной вклад в „задержку“ излучения („пленение“ излучения) вносит реабсорбция тех фотонов, которые находятся на краях спектральной линии, так как их число относительно велико, по сравнению с числом фотонов центральной части линии. Но фотоны нецентральной части линии имеют малый коэффициент поглощения и поэтому поглощаются на больших расстояниях от излучающего элементарного объема. Исходя из этих соображений, Гольштейн рассматривал только дальние переизлучения.

Однако число фотонов в центральной части спектральной линии не так уж мало, и они могут играть существенную роль при переносе излучения и, следовательно, в „задержке“ излучения. Фотоны центральной части спектральной линии поглощаются на расстояниях порядка $\frac{1}{k_0}$, где k_0 — коэффициент поглощения в центре линии, и их учет тре-

¹ Эффективное время жизни определяется решением нестационарной задачи переноса излучения, т. е. задачи о высвечивании слоя газа после прекращения возбуждения резонансным излучением. „Задержка“ излучения, которая связана с реабсорбцией излучения, определяет при этом эффективное время жизни.

бует точного рассмотрения ближних перепоглощений, а именно перепоглощения в области порядка $\frac{1}{k_0}$.

В данной работе проводится анализ роли ближних переносов фотонов. Насколько известно авторам, такой анализ до сих пор не проводился.

Уравнение, описывающее нестационарный перенос фотонов в газе, атомы которого обладают одним резонансным уровнем, согласно [2], имеет вид

$$\frac{\partial n(\vec{r}, t)}{\partial t} = -\gamma n(\vec{r}, t) + \gamma \int G(\vec{r}', \vec{r}) n(\vec{r}', t) d\vec{r}', \quad (1)$$

где $n(\vec{r}, t)$ — плотность возбужденных атомов в момент t в точке \vec{r} ; $G(\vec{r}', \vec{r})$ — вероятность того, что фотон, излученный в точке \vec{r}' , поглотится в элементе объема $d\vec{r}$ в точке \vec{r} ; $\frac{1}{\gamma} = \tau$ — «истинное» время жизни возбужденного состояния. Интегрирование ведется по объему, занятому газом, или, иначе, по объему ограждения. При этом коэффициент отражения фотонов на стенках сосуда принимается равным нулю.

Уравнение (1) справедливо при следующих естественных предположениях: 1) диффузией атомов можно пренебречь, по сравнению с переносом фотонов; 2) число возбужденных атомов гораздо меньше числа невозбужденных атомов; 3) время свободного пробега фотона мало, по сравнению со временем жизни возбужденного состояния.

Будем искать решение уравнения (1) в виде

$$n(\vec{r}, t) = \sum n_i(\vec{r}) e^{-\beta_i t}. \quad (2)$$

Тогда, подставив (2) в (1), для $n(\vec{r})$ получим интегральное уравнение

$$\left(1 - \frac{\beta}{\gamma}\right) n(\vec{r}) = \int G(\vec{r}', \vec{r}) n(\vec{r}') d\vec{r}'. \quad (3)$$

(Здесь и в дальнейшем индекс будем опускать).

Как видно из уравнения (2), поведение $n(\vec{r}, t)$ для больших t определяется тем решением уравнения (3), которое соответствует самому низкому собственному значению β . Нашей задачей будет нахождение именно этого собственного значения, поскольку оно и определяет эффективное время жизни возбужденного состояния газа с учетом реабсорбции.

Уравнение (3) представим в виде

$$\frac{\beta}{\gamma} = \frac{\int n^2(\vec{r}) E(\vec{r}) d\vec{r} + \frac{1}{2} \int [n(\vec{r}) - n(\vec{r}')]^2 G(\vec{r}', \vec{r}) d\vec{r}'}{\int n^2(\vec{r}) d\vec{r}}, \quad (4)$$

где

$$E(\vec{r}) = 1 - \int_{ext} G(\vec{r}', \vec{r}) d\vec{r}' = \int_{ext} G(\vec{r}, \vec{r}') d\vec{r}'; \quad (4a)$$

ext означает интегрирование вне области ограждения; $E(\vec{r})$ дает вероятность того, что фотон, излученный в точке \vec{r} , выйдет из ограждения.

Ограничимся рассмотрением изотропного излучения. Это дает нам возможность ввести следующие средние характеристики излучения: $T(l)$ — вероятность того, что фотон без поглощения пройдет расстояние l ; $K(\nu)$ — коэффициент поглощения на частоте ν .

Связь между $K(\nu)$, $T(l)$ и $P(\nu)$ нормированной на единицу интенсивности спектральной линии вылетающих из элементарного излучающего объема фотонов имеет вид

$$T(l) = \int P(\nu) e^{-K(\nu)l} d\nu. \quad (5)$$

Далее, легко связать эти величины с $G(\vec{r}', \vec{r})$. Очевидно, что

$$G(\vec{r}', \vec{r}) = -\frac{1}{4\tau l^2} \frac{\partial T(l)}{\partial l} = \frac{1}{4\tau l^2} \int P(\nu) K(\nu) e^{-K(\nu)l} d\nu. \quad (6)$$

Можно показать, что $P(\nu)$ пропорционально $K(\nu)$, что впервые было приближенно доказано Гольштейном [2].

Здесь мы покажем, что при учете только доплеровского уширения спектральной линии в неограниченном газе указанная пропорциональность может быть получена совершенно строго.

Действительно, пусть $\mathfrak{D}(\nu_1, \nu_2)$ есть коэффициент поглощения фотона частоты ν_1 с последующим излучением фотона частоты ν_2 . Тогда между $P(\nu)$ и $\mathfrak{D}(\nu_1, \nu_2)$ имеется следующая связь:

$$P(\nu_2) = \iint P(\nu_1) \mathfrak{D}(\nu_1, \nu_2) \frac{e^{-K(\nu_1)l}}{4\tau l^2} d\vec{r} d\nu_1. \quad (7)$$

После интегрирования по бесконечному объему имеем

$$P(\nu_2) = \int \frac{P(\nu_1)}{K(\nu_1)} \mathfrak{D}(\nu_1, \nu_2) d\nu_1. \quad (8)$$

Полученное соотношение можно рассматривать как интегральное уравнение относительно функции $P(\nu)$.

Будем решать уравнение (8) методом последовательных приближений. Возьмем за первое приближение

$$P(\nu_1) = \frac{K(\nu_1)}{K},$$

где

$$K = \int_0^{\infty} K(\nu) d\nu. \quad (9)$$

Подставим (9) в (8) и, учтя, что, согласно В. В. Соболеву [3], при доплеровском уширении спектральной линии $\Phi(\nu_1, \nu_2) = \Phi(\nu_2, \nu_1)$, а также $\int \Phi(\nu_1, \nu_2) d\nu_2 = K(\nu_1)$, получим

$$P(\nu_2) = \frac{K(\nu_2)}{K}.$$

Это доказывает наше утверждение. Тогда⁽¹⁾

$$G(\vec{r}', \vec{r}) = \frac{1}{4\tau l^2 k} \int K^2(\nu) e^{-K(\nu)l} d\nu. \quad (10)$$

$K(\nu)$ при доплеровском уширении имеет вид

$$K(\nu) = k_0 e^{-\left(\frac{\nu - \nu_0}{\nu_0} \frac{c}{v_0}\right)^2}, \quad (11)$$

где

$$k_0 = \frac{\lambda_0^3}{8\tau} \frac{g_2}{g_1} \frac{N}{\pi^{1/2} v_0 \tau};$$

λ_0 — длина волны излучения в центре спектральной линии; v_0 — тепловая скорость атомов газа; N — число атомов газа в см³; $g_1 > g_2$ — статистические веса основного и возбужденного состояний соответственно.

При решении интегрального уравнения (4) Гольштейн использовал асимптотический вид ядра $G(\vec{r}', \vec{r})$ при $k_0 l \gg 1$, что соответствует учету только дальних переносов фотонов. Однако эта асимптотика неприменима в области порядка $\frac{1}{k_0}$, и поэтому распространение ее на всю область значений l непоследовательно. Для правильного учета ближних перепоглощений при решении интегрального уравнения (4) в области порядка

(¹ Это выражение строго справедливо в неограниченном случае (газ без образования), однако оно может быть использовано и в ограниченном случае, так как $k_0 L \gg 1$. Здесь L — характерный размер сосуда с газом.

$l \sim \frac{1}{k_0}$ необходимо пользоваться выражением $G(\vec{r}', \vec{r})$ при $k_0 l \cong 1$.

Опустив громоздкие вычисления, выпишем значения ядра в этих двух случаях:

$$\text{при } k_0 l \cong 1 \\ G_0(\vec{r}', \vec{r}) = \frac{1}{4\pi} \left(\sqrt{\frac{1}{2}} - \sqrt{\frac{1}{3}} + \sqrt{\frac{1}{3}} e^{-k_0 l} \right) \frac{k_0}{l^2}; \quad (12)$$

$$\text{при } k_0 l > 1 \\ G_g(\vec{r}', \vec{r}) = \frac{1}{4\pi^{3/2}} \frac{1}{k_0 l^3} \frac{1}{(\ln k_0 l)^{1/2}}. \quad (13)$$

Причем, как показывает анализ, выражение (13) для $G(\vec{r}', \vec{r})$ справедливо вплоть до значений $k_0 l_g \approx 1$.

Пусть газ ограничен двумя бесконечными плоскопараллельными пластинами, расстояние между которыми равно L , и координатная система выбрана так, что уравнение границ имеет вид $z = \pm \frac{L}{2}$ (т. е. начало координат находится в центре слоя). Тогда в этой координатной системе уравнение (4) после подстановки в интегралы соответствующих выражений для $G(\vec{r}', \vec{r})$ в областях $k_0 l \cong 1$ и $k_0 l > 1$ примет вид

$$\begin{aligned} \frac{\beta}{\gamma} \int_0^L n^2(z) dz = \int_0^L n^2(z) E(z) dz + \int_0^L [n(z) - n(z')]^2 dz \left[\int_0^{\frac{1}{k_0}} \int_0^{2\pi} \int_{-\frac{1}{k_0}}^{\frac{1}{k_0}} G_0(\vec{r}', \vec{r}) \rho' d\rho' d\varphi' dz' + \right. \\ \left. + \int_{\frac{1}{k_0}}^{\infty} \int_0^{2\pi} \int_{-\frac{1}{k_0}}^{\frac{1}{k_0}} G_g(\vec{r}', \vec{r}) \rho' d\rho' d\varphi' dz' + \int_0^{2\pi} \int_0^{\frac{1}{k_0}} \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} G_g(\vec{r}', \vec{r}) \rho' d\rho' d\varphi' dz' + \right. \\ \left. + \int_0^{2\pi} \int_0^{\frac{1}{k_0}} \int_{\frac{1}{k_0}}^{\frac{L}{2}} G_g(\vec{r}', \vec{r}) \rho' d\rho' d\varphi' dz' \right]. \end{aligned} \quad (14)$$

Выражение для $E(z)$ можно взять из работы Гольштейна [2]. Действительно, в (4а) \vec{r} меняется внутри сосуда, а \vec{r}' — вне сосуда, поэтому при вычислении $E(z)$ можно принять, что

$$G(\vec{r}', \vec{r}) = G_g(\vec{r}', \vec{r}).$$



Тогда

$$E(\chi) = \frac{1}{4 k_0 L \left(\frac{\pi \ln k_0 L}{2} \right)^{1/2}} \cdot \frac{1}{4 - \left(\frac{\chi}{L} \right)^2}. \quad (15)$$

Интегралы, входящие в (14), имеют вид

$$\int_0^{\frac{1}{k_0}} \int_0^{2\pi} G_0(\bar{r}', \bar{r}) \rho' d\rho' d\varphi' = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{1}{2}} k_0 \ln \frac{\frac{1}{k_0^2} + (\chi - \chi')^2}{(\chi - \chi')^2} - \\ - \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{3}} k_0^2 \left(1 - \right) \left\{ \sqrt{\frac{1}{k_0^2} + (\chi - \chi')^2} - |\chi - \chi'| \right\}, \quad (16)$$

$$\int_0^{\frac{1}{k_0}} \int_0^{2\pi} G_g(\bar{r}', \bar{r}) \rho' d\rho' d\varphi' = \frac{1}{4 \pi^{1/2} k_0} \frac{1}{\left(\ln \frac{k_0 L}{2} \right)^{1/2} \left[\frac{1}{k_0^2} + (\chi - \chi')^2 \right]}, \quad (17)$$

$$\int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} G_g(\bar{r}', \bar{r}) \rho' d\rho' d\varphi' = \frac{1}{4 \pi^{1/2} k_0} \frac{1}{\left(\ln \frac{k_0 L}{2} \right)^{1/2} (\chi - \chi')^2}. \quad (18)$$

При вычислении последних двух интегралов, медленно меняющаяся функция $(\ln k_0 L)^{1/2}$ заменена на $\left(\ln \frac{k_0 L}{2} \right)^{1/2}$.

Для наших целей достаточно найти наименьшее собственное значение уравнения (14). Мы находим его вариационным методом Ритца, ограничиваясь при этом однопараметрическим приближением. (Как показывает анализ, однопараметрическое приближение в нашей задаче дает хорошую точность. Например, трехпараметрическое приближение меняет результат менее чем на 1%). Пробная функция выбирается такой, чтобы она: 1) была четной функцией χ , 2) при $\chi = 0$ достигала максимума и 3) на границе области обращалась в нуль. Исходя из этих соображений, в качестве пробной функции выбираем

$$n(\chi) = a \left(\frac{L^2}{4} - \chi^2 \right).$$

Поскольку мы ограничились однопараметрическим приближением, то достаточно пробную функцию (19) подставить непосредственно в уравнение (14), в результате чего получим искомое собственное значение

$$\beta = \frac{5}{4} \gamma \frac{1}{k_0 L \pi \ln k_0 L} + \varepsilon \left(\frac{1}{k_0 L} \right), \quad (20)$$

где $\varepsilon\left(\frac{1}{k_0 L}\right)$ содержит члены более высокого порядка по $\frac{1}{k_0 L}$. При $k_0 L \gg 1$ $\varepsilon\left(\frac{1}{k_0 L}\right)$ вносит малый вклад в выражение для β . Как легко видеть из (20), эффективное время жизни $\tau_{\text{эфф}}$ имеет вид

$$\tau_{\text{эфф}} = \frac{1}{\beta} \sim \frac{\tau}{F} \quad F = \frac{5}{4} \frac{1}{k_0 L (\pi \ln k_0 L)^{1/2}}. \quad (21)$$

Проведенный анализ показывает следующее:

1. Эффективное время жизни на 15—20% выше вычисленного ранее Гольштейном [2] без учета ближних перепоглощений.

2. Учет ближних перепоглощений фотонов не меняет характера зависимости эффективного времени жизни возбужденного состояния от давления. Она оказывается такой же, как полученная ранее Гольштейном [2]. В этом смысле предположение Гольштейна о доминирующей роли дальних переносов фотонов оказывается справедливым. (Поправка мала, так как $k_0 L \gg 1$) (см. формулу (20)).

3. При доплеровском уширении спектральной линии в неограниченном случае имеет место строгая пропорциональность коэффициента поглощения и интенсивности спектральной линии вылетающих из элементарного излучающего объема фотонов.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило в редакцию 23.2.1965)

ფიზიკა

ბ. ბაბიაშვილი, მ. ხაშბანიძე

ბაზემბში აღზენებული მდგომარეობის სიცოცხლის
ხანგრძლივობის საკითხისათვის

რეზიუმე

შრომში გამოთვლილია აღზენებული მდგომარეობის ეფექტური სიცოცხლის ხანგრძლივობა ფოტონების ახლო მანძილებზე შთანთქმების ზუსტი გათვალისწინებით. დაზუსტებულია კოეფიციენტი ეფექტური სიცოცხლის ხანგრძლივობის გამოსახულებაში, რაც მიღებულია გოლშტეინის მიერ. ნაჩვენებია, რომ შთანთქმის კოეფიციენტი პროპორციულია ელემენტარული მოცულობიდან გამოსხივებული ფოტონების ინტენსივობისა.

დასოფხვებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. Р. Беннетт. Газовые оптические квантовые генераторы. УФН, 1963, 81, 119.
2. T. Holstein. Imprisonment of Resonance Radiation in Gases. Phys. Rev. 72, 1947, 1212; 83, 1951, 1159.
3. В. В. Соболев. Диффузия излучения с перераспределением по частотам. Вестник ЛГУ, № 5, 85, 1955.

Т. А. ТАВДГИРИДЗЕ, Н. А. ЦИНЦАДЗЕ

ПРОХОЖДЕНИЕ БЫСТРОЙ ЗАРЯЖЕННОЙ ЧАСТИЦЫ
 ЧЕРЕЗ СЛАБОТУРБУЛЕНТНУЮ МАГНИТОАКТИВНУЮ
 ПЛАЗМУ

(Представлено академиком В. И. Мамасахлисовым 4.10.1965)

В настоящей работе рассматривается вопрос о прохождении быстрой заряженной частицы через помещенную в постоянное магнитное поле плазму, в которой возбуждены высокочастотные продольные колебания¹. Получено общее выражение для потерь энергии заряженной частицей при прохождении через слаботурбулентную магнитоактивную плазму. Оцениваются потери энергии частицы в турбулентной плазме, в которой причиной возникновения турбулентности является пучковая неустойчивость.

Для нахождения потерь энергии отдельного электрона в поле первичной продольной волны пользуемся выражением для средней за единицу времени работы, совершаемой сторонним током в электрическом поле [1]:

$$Q = - \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} d\vec{r} dt \vec{E}(\vec{r}, t) \vec{j}(\vec{r}, t) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{(2\pi)^4}{T} \times \\ \times \int d\vec{k} d\omega \vec{j}^*(\vec{k}, \omega) \vec{E}(\vec{k}, \omega). \quad (1)$$

Пользуясь уравнением Максвелла, можно выразить электрическое поле \vec{E} через сторонние токи \vec{j} :

$$E_i(\vec{k}, \omega) = R_{ik}(\vec{k}, \omega) j_k(\vec{k}, \omega), \quad (2)$$

где R_{ik} —тензор сопротивления магнитоактивной плазмы. В дальнейшем рассматриваются лишь продольные колебания плазмы в магнитном поле, поэтому R_{ik} имеет вид

¹ Вопрос излучения при прохождении заряженной частицы в изотропной плазме был рассмотрен в работе [2].

$$R_{ik}(\vec{k}, \omega) = - \frac{4 \pi i k_i k_j}{\omega |k_i \epsilon_{ij} k_j|}. \quad (3)$$

Если не учитывать теплового движения частиц плазмы

$$\left(\omega \gg kv_{Te}, v_{Te} = \sqrt{\frac{T_e}{m_e}} \right),$$

в области прозрачности тензор сопротивления R_{ik} можно записать в виде

$$R_{ik}(\vec{k}, \omega) = \frac{4 \pi^2}{\omega} \frac{k_i k_j}{k^2} \delta(A),$$

где

$$A = \epsilon_1 \sin^2 \vartheta + \epsilon_3 \cos^2 \vartheta, \\ \epsilon_1 = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2 - \omega_e^2}, \quad \epsilon_3 = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2}, \\ \omega_p^2 = \frac{4 \pi e^2 n_0}{m}, \quad \omega_e = \frac{eH_0}{mc}.$$

Обращение в нуль аргумента δ -функции ($A=0$) определяет частоты ленгмюровских колебаний плазмы в магнитном поле:

$$\omega_{1,2} = \frac{1}{2} (\omega_p^2 + \omega_e^2) \pm \frac{1}{2} [(\omega_p^2 + \omega_e^2)^2 - 4 \omega_p^2 \omega_e^2 \cos^2 \vartheta]^{1/2}. \quad (5)$$

С помощью уравнения (4) выражение для потерь энергии быстрого заряда в плазме в области высоких частот ($\omega \gg kv_{Te}$) запишется как

$$Q = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{(2 \pi)^6}{T} \int \frac{d\vec{k} d\omega |\rho(\vec{k}, \omega)|^2 \omega^4 (\omega^2 - \omega_e^2)^2}{2 k^2 \omega_p^2 [\omega^4 \sin^2 \vartheta - (\omega^2 - \omega_e^2) \cos^2 \vartheta]} \{ \delta(\omega - \omega_1) + \\ + \delta(\omega + \omega_1) + \delta(\omega - \omega_2) + \delta(\omega + \omega_2) \}. \quad (6)$$

Здесь использовалось уравнение непрерывности $\vec{k}\vec{j} = \omega\rho$. Определим Фурье-компоненту плотности заряда $\rho(\vec{k}, \omega)$:

$$\rho(\vec{k}, \omega) = \frac{1}{(2 \pi)^4} \int d\vec{r} dt \rho(\vec{r}, t) \exp(-i\vec{k}\vec{r} + i\omega t) = \\ = \frac{e}{(2 \pi)^4} \int dt \exp[-i\vec{k}\vec{r}(t) + i\omega t]. \quad (7)$$

Для определения траектории $\vec{r}(t)$ заряда в постоянном магнитном поле \vec{H}_0 и в электрическом поле $\vec{E}(\vec{r}, t)$ плазменной волны решается уравнение движения заряда. Пользуясь теорией возмущения, разлагаем $\rho(\vec{k}, \omega)$ в ряд по степеням амплитуд волн.

Отсюда

$$e^{-i\vec{k}\vec{r}(t)} = e^{-i\vec{k}\vec{r}_H(t)} \sum_{e=0}^{\infty} -i \vec{k}\vec{r}_E(t)^e. \quad (8)$$

Здесь $\vec{r}_n(t)$ — траектория движения заряда в постоянном магнитном поле, на которую накладываются колебания радиус-вектора $\vec{r}_B(t)$ в поле плазменной волны. При $\epsilon=0$ заряд, двигаясь по спирали, излучает продольную волну. При $\epsilon=1$ заряд в магнитном поле поглощает одну плазменную волну с излучением одной же плазменной волны. Если $\epsilon=2$, то зарядом поглощаются две продольные волны, причем испускается одна плазменная волна и т. д.

Ограничиваясь в ряде (8) квадратичным по амплитуде поля членом и учитывая, что

$$\varphi(\vec{k}, \omega) = -i \frac{(\vec{k}\vec{E})}{k^2},$$

для $|\rho|^2$ получаем

$$|\rho|^2 = |\rho_0|^2 + 2 \rho_0 |\rho_{11}| + |\rho_1|^2,$$

$$|\rho_0|^2 = \frac{e^2}{(2\pi)^6} \sum_s J_s^2 \delta^2(\omega - k_{11} v_0 - s\omega_e),$$

$$2 \rho_0 |\rho_{11}| = \frac{e^4}{m^2 (2\pi)^6} \sum_s J_s^2(k_1 r_0) \delta^2(\omega - k_{11} v_0 - s\omega_e) \times$$

$$\times \sum_n \int \frac{d\vec{k}' d\omega' J_n^2(k_1' r_0) \varphi^2(\vec{k}', \omega')}{(-n\omega_e + k_{11}' v_0 - \omega')^2} \left\{ \frac{k_L^2 k_1'^2}{4[-(n+1)\omega_e + k_{11}' v_0 - \omega']} + \right. \\ \left. + \frac{k_L^2 k_1'^2}{4[-(n-1)\omega_e + k_{11}' v_0 - \omega']} + \frac{k_{11}'^2 k_{11}'^2}{(-n\omega_e + k_{11}' v_0 - \omega')^2} \right\}, \quad (9)$$

$$|\rho_1|^2 = \frac{e^4}{m^2 (2\pi)^6} \sum_s J_s^2(k_1 r_0) \sum_n \int \frac{d\vec{k}' d\omega' J_n^2(k_1' r_0) \varphi^2(\vec{k}', \omega')}{(-n\omega_e + k_{11}' v_0 - \omega')^2} \times$$

$$\times \delta(\omega' - \omega - (k_{11}' - k_{11}) v_0 + (s+n)\omega_e) \left\{ \frac{k_L^2 k_1'^2}{4[-(n+1)\omega_e + k_{11}' v_0 - \omega']} + \right. \\ \left. + \frac{k_L^2 k_1'^2}{4[-(n-1)\omega_e + k_{11}' v_0 - \omega']^2} + \frac{k_{11}'^2 k_{11}'^2}{4[-n\omega_e + k_{11}' v_0 - \omega']^2} \right\}.$$

Общие потери Q разобьются на слагаемые: $Q = Q_p + Q_R$. Поляризационные потери Q_p определяются посредством $|\rho_0|^2$ и $\rho_0 |\rho_{11}|$. Рассеянное излучение продольной волны Q_R определяется третьим членом $|\rho_1|^2$. Скорость частицы, на которой рассеивается плазменная волна, предполагается намного больше по сравнению с фазовой скоростью продольной волны $\left(v_0 \gg \frac{\omega}{k_{11}}\right)$. Для таких частиц закон сохранения энер-

гин разрешает лишь процесс поглощения двух колебаний с близкими друг к другу по величине $k_{||}'$ и $k_{||}$:

$$\frac{\omega - \omega' + s\omega_e}{k_{||}' - k_{||}} \approx v_0.$$

Следовательно, потери энергии будут содержать только рассеянное излучение Q_R .

Ввиду сложности выражения, полученного для рассеянного излучения Q_R , можно оценить потери энергии по порядку величины для системы плазма—пучок. При прохождении пучка малой плотности через плазму возбуждаются продольные колебания, энергия которых по порядку величины записывается как

$$\frac{1}{4\pi} \sum_k \bar{k}^2 \varphi_k^2 = mn' v_d v_T,$$

где n' , v_d , v_T —плотность, дрейфовая и тепловая скорости пучка соответственно. Спектр возбуждаемых продольных колебаний имеет максимум при $k_{||} = \frac{\omega}{v_d}$.

Рассмотрим наиболее интересный случай сильного магнитного поля $\omega_e \gg \omega_p$. Спектр колебаний имеет вид

$$\omega_1 = \omega_e + \omega_p^2 \frac{\sin^2 \vartheta}{2\omega_e} \quad \omega_2 = \omega_p \cos \vartheta. \quad (10)$$

Потери энергии достигают значительной величины, когда первичная волна частоты ω_2 переходит в продольную волну, частота которой ω_1 гораздо больше частоты первичной волны. Потери энергии представим в виде

$$Q_R = Q_R^+ + Q_R^- + Q_R^*,$$

$$Q_R^+ = \frac{e^2 \omega_p'^2}{8\pi v_0} \left(\frac{v_d}{v_0} \right)^4 \ln \left[2 \frac{\omega_e}{\omega_p} \frac{v_d}{v_T} \right],$$

$$Q_R^- = \frac{e^2 \omega_p'^2}{2\pi v_0} \left(\frac{v_d}{v_0} \right)^4 \ln \left[2 \frac{\omega_e}{\omega_p} \frac{v_d}{v_T} \right] \quad \text{при} \quad v_0 \gg v_d \frac{\omega_e}{\omega_p}, \quad (11)$$

$$Q_R^* = \frac{e^2 \omega_p'^2}{2\pi v_0} \left(\frac{v_d}{v_0} \right)^4 \ln \left[2 \frac{\omega_e}{\omega_p} \right] \left(\frac{\omega_e}{\omega_p} \right)^2 \quad \text{при} \quad \omega_e \gg \omega_p \frac{v_0}{v_d}.$$

Наиболее существенны потери энергии для $\omega_e \gg \omega_p \frac{v_0}{v_d}$. Q_R^* растет при увеличении $\frac{\omega_e}{\omega_p}$ параметра, как $\left(\frac{\omega_e}{\omega_p} \right)^2$. Для случаев $\omega \sim \omega_e \sim \omega_p$ и $\omega_e \ll \omega_p$ можно провести аналогичные оценки. Потери энергии значитель-

ны также и для случая слабого магнитного поля $\omega_e \ll \omega_p$ при падении продольной волны частоты $\omega_2 = \omega_e \cos \theta$ с излучением волны частоты $\omega_1 = \omega_p + \frac{\omega_e^2 \sin^2 \theta}{2 \omega_p}$ ($\omega_2 \ll \omega_1$). Выражение $Q_{\text{н}}$ пропорционально $\left(\frac{\omega_p}{\omega_e}\right)^4$.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физики
Тбилиси

(Поступило в редакцию 4.10.1965)

ზიგია

ბ. თავდარიძე, ნ. ცინცაძე

ჩქარი დამუხტული ნაწილაკის გავლა სუსტად ტურბულენტურ
მაგნიტოაქტიურ პლაზმაში

რეზიუმე

განხილულია ჩქარი დამუხტული ნაწილაკის გავლა მაგნიტოაქტიურ პლაზმაში, რომელშიც აღგზნებულია მაღალი სიხშირის გასწვრივი ტალღები. მიღებულია ზოგადი გამოსახულება ენერგიის დანაკარგისათვის დამუხტული ნაწილაკის მიერ სუსტად ტურბულენტურ მაგნიტოაქტიურ პლაზმაში გავლის დროს. შეფასებულია ნაწილაკის მიერ დაკარგული ენერგია ტურბულენტურ პლაზმაში, რომელშიც ტურბულენტობის გამომწვევი მიზეზია ნაკადური არამდგრადობა.

დასოფნობადი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Электродинамика сплошных сред. М., ГИТТЛ, 1957.
2. А. Гайлитис, В. Н. Цытович. Излучение при рассеянии заряженных частиц на электромагнитных волнах изотропной плазмы. ЖЭТФ, 47, 1964, 1468.



პრ. არამიძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ძ. თაბატაძე

2,4-დიმეტილპენტანოლ-2-ის და 3-მეთილჰექსანოლ-3-ის
კონტაქტურ-კატალიზური ბარდაქმნები

წინა წლებში ჩატარებული კვლევა-ძიების შედეგად ჩვენ მიერ [1—4] დადგენილია, რომ საქართველოს თიხების — გუმბრინის, ასკანთხის და მათი გააქტივებული ფორმების მონაწილეობით შეიძლება ერთატომიანი პირველადი და მეორეული სპირტების არა მარტო დეჰიდრატაცია, არამედ ზოგიერთ ამ სპირტთა დეჰიდრატაციის პროდუქტის — არა ნაჭერი ნახშირწყალბადის იზომერიზება როგორც ორმაგი ბმის გადანაცვლებით მოლეკულაში, ისე ნახშირწყალბადის ჩონჩხის დატოვებით.

ღია ჯაჭვიან ერთატომიან სპირტებზე და ეთილენურ ნახშირწყალბადებზე ზემოაღნიშნული კატალიზატორების მადეჰიდრატირებელი და მაიზომერიზებელი გავლენის დადგენის შემდეგ ვანვიზრახეთ ციკლური სპირტის წარმომადგენლის — ციკლოპექსანოლის ქცევის შესწავლა გუმბრინთან კონტაქტის დროს. საინტერესო იყო იმის დადგენა, თუ როგორ წარიმართებოდა ციკლოპექსანოლის დეჰიდრატაცია: რეაქცია შეჩერდებოდა ციკლოპექსენის წარმოშობაზე, თუ მოხდებოდა იზომერიზება ციკლოპექსენისა რგოლის შევიწროებით, რის შედეგადაც მეთილციკლოპენტენი უნდა მიგვეღო. ჩატარებული კვლევა-ძიებით დამტკიცებულია, რომ გუმბრინი არა მარტო დეჰიდრატაციას ახდენს ციკლოპექსანოლისა და ციკლოპექსენამდე, არამედ ამ უკანასკნელის იზომერიზებასაც იწვევს მეთილციკლოპენტენის წარმოქმნით. რადგან ოლეფინური ნახშირწყალბადები გუმბრინის კატალიზური გავლენის შედეგად ორმაგი ბმის მიგრაციას განიცდიდნენ, მოსალოდნელი იყო, რომ გუმბრინის ეს კატალიზური მოქმედება თავს იჩენდა ციკლოოლეფინური ნახშირწყალბადის მიმართაც. გამოკვლევის შედეგად დადასტურდა, რომ გუმბრინი ციკლოოლეფინების მოლეკულის არა მარტო რგოლის შევიწროებას ახდენს, არამედ ორმაგი ბმის მიგრაციასაც მათში. ციკლოპექსანოლის დეჰიდრატაციის პროდუქტში კომბინაციური გაფანტვის მეთოდის გამოყენებით აღმოჩენილია გარდა ციკლოპექსენისა 1-მეთილციკლოპენტენ-1 და 1-მეთილციკლოპენტენ-2.

შემდგომ გამოკვლევებში ქრ. არეშიძის მიერ [5] ნაჩვენებია, რომ გუმბრინი ციკლოოლეფინური ნახშირწყალბადების არა მარტო რგოლის შევიწროებას იწვევს, არამედ მის გაფართოებასაც. ეთილციკლოპენტენი გუმბრინის კატალიზური ზეგავლენით იზომერიზებას განიცდის, რის შედეგად მეთილციკლოპექსენი მიიღება. რეაქციის მიმართულემა ტემპერატურაზეა დამოკიდებული. ჩატარებული გამოკვლევებით დადგენილია ციკლოოლეფინური ნახშირწყალბადების ურთიერთგარდაქმნის პრინციპული შესაძლებლობა. ციკლოოლეფინური ნახშირწყალბადების ურთიერთგარდაქმნის რეაქციებს ამჟამად მხოლოდ თეორიული ინტერესი აქვს, მაგრამ, როდესაც ეს ნახშირწყალბადები

ხელმისაწვდომი გახდება, რის პერსპექტივაც უყვე ისახება, მაშინ მათი ქიმიური გარდაქმნის რეაქციები პრაქტიკულ მნიშვნელობას მოიპოვებს.

ერთათომიანი ალიფატური და ციკლური სპირტების დეჰიდრატაციის რეაქციებში საქართველოს ბენტონიტური თიხებისა და მათი გააქტივებული ფორმების გამოყვლევის შემდეგ ბუნებრივია დაისმოდა საკითხი მათი გამოყვლევისა ორათომიანი სპირტების დეჰიდრატაციის რეაქციებში. ამ მიმართულებით ჩატარებულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენეს, რომ ორათომიანი სპირტებიც ზემოთ აღნიშნული კონტაქტების მონაწილეობით განიცდის დეჰიდრატაციის რეაქციებს შესაბამისი პროდუქტების წარმოქმნით.

ალიფატური და ციკლური სპირტების გარდაქმნის ზემოხსენებული რეაქციები გუმბრინზე, ასკანთხაზე და მათ აქტივირებულ ფორმებზე შიგამოლეკულური დეჰიდრატაციის ტიპის რეაქციებს წარმოადგენს.

საინტერესო იყო იმის ჩვენება, ზემოაღნიშნული კონტაქტები მხოლოდ შიგამოლეკულური დეჰიდრატაციის ტიპის რეაქციებს უწყობს ხელს, თუ იმავე კონტაქტების მონაწილეობით შესაძლებელია მიაღწეულათა შორის დეჰიდრატაციის რეაქციების ჩატარება. ამ მიზნით ჩვენ [6] გამოვიკვლიეთ ფენოლისა და ამიაკის მოლეკულათა შორის დეჰიდრატაცია. გამოკვლევის შედეგად მივიღეთ ანილინი 67,5%, რითაც დადასტურდა, რომ გუმბრინი კარგი კატალიზატორია აგრეთვე მოლეკულათა შორის დეჰიდრატაციის რეაქციების ჩასატარებლად.

წინამდებარე შრომაში ჩვენ 2,4-დიმეთილპენტანოლ-2-ის და 3-მეთილპენტანოლ-3-ის შიგამოლეკულური დეჰიდრატაციის ტიპის რეაქციას და ამ რეაქციის შედეგად მიღებული ეთილენურ ნახშირწყალბადთა ცვლილებას ვიხილავთ იმ ინტერესის გამო, რომელიც ამ ნახშირწყალბადების სტრუქტურულ ცვლილებებთან არის დაკავშირებული. როგორც ცნობილია, ეთილენური ნახშირწყალბადები ფართოდაა წარმოდგენილი კრეკინგ-ბენზინებში, ხოლო ხელოვნური ალუმოსილიკატები, რომლებიც კატალიზური თვისებებით ახლოს დგას ბუნებრივ ალუმოსილიკატებთან, გამოყენებას პოულობს, როგორც კრეკინგ-პროცესის კატალიზატორები. ინდივიდუალური ეთილენური ნახშირწყალბადის ქცევის შესწავლა ბუნებრივ ალუმოსილიკატებთან კონტაქტის დროს დაგვეხმარება იმაში, რომ კრეკინგ-პროცესი სახალბო მეურნეობის მოთხოვნილებების შესაბამისად წარემართოს.

ჩატარებული გამოკვლევით დადასტურებულია, რომ გუმბრინი არა მარტო დეჰიდრატაციას ახდენს 2,4-დიმეთილპენტანოლ-2-ის და 3-მეთილპენტანოლ-3-ისა, არამედ სტრუქტურულ ცვლილებას იწვევს იმ პროდუქტებისას, რომლებიც გარდასაქმნელად აღებული სპირტების შიგამოლეკულური დეჰიდრატაციის რეაქციის შედეგად წარმოიქმნება.

ექსპერიმენტული ნაწილი¹

2,4-დიმეთილპენტანოლ-2 და 3-მეთილპენტანოლ-3 ჩვენ მიერ სინთეზირებულია გრინიარის რეაქციით სათანადო ჰალოიდალკილებისა და კეტონების გა-

¹ ექსპერიმენტული ნაწილი შესრულებულია 1949 წელს.



მოყენებით. 2,4-დიმეთილბენტანოლ-2 (გამოსავალი 89% თეორიულის მიმართ) ხასიათდება შემდეგი კონსტანტებით: დუღილის ტემპერატურა $130^{\circ}\text{--}131^{\circ}\text{C}$ (738 მმ); d_4^{20} 0,8146; n_D^{20} 1,4213. ლიტერატურული მონაცემები [6] ამავე სიდიდეთა შესახებ შემდეგნაირია: დუღილის ტემპერატურა $132,3^{\circ}\text{C}$ (760 მმ); d_4^{20} 0,8160; n_D^{20} 1,4215.

3-მეთილბენტანოლ-3 (გამოსავალი 85,6% თეორიულის მიმართ) კონსტანტებით: დუღილის ტემპერატურა $160\text{--}161^{\circ}\text{C}$ (742 მმ); d_4^{20} 0,8269; n_D^{20} 1,4272. ამავე სპირტის ფიზიკური კონსტანტები ლიტერატურული მონაცემებით [7] შემდეგნაირია: დუღილის ტემპერატურა 162°C (760 მმ); d_4^{20} 0,8273; n_D^{20} 1,4273.

სპირტების გარდაქმნისათვის საჭირო კატალიზატორი შემდეგნაირად მომზადდა: გუმბრინის ფხვნილს წყალი დაემატა, მიღებული ცომის მსგავსი მასიდან დამზადდა ბურთულები დიამეტრით 0,9—1 სმ. ბურთულები ვაზრა ჯერ თერმოსტატში $110^{\circ}\text{--}120^{\circ}\text{C}$ -ზე, შემდეგ ელექტროდუმელში მოთავსებული სარეაქციო მინის მილში, სადაც ის 300°C -მდე ხურდებოდა. გუმბრინი ამ ტემპერატურაზე იმყოფებოდა წყლის გამოყოფის შეწყვეტამდე.

2,4-დიმეთილბენტანოლ-2-ის და 3-მეთილბენტანოლ-3-ის კატალიზური დეჰიდრატაციის ცდები ჩატარდა დანადგარში, რომელიც შემდეგი ძირითადი ნაწილებისაგან შედგებოდა: ელექტროდუმელი, მასში მოთავსებული მინის მილი კატალიზატორით, საწვეთი ძაბრი, მიმღები და კლავნილა დამჭერი. რეაქციის ტემპერატურა მინის მილის პარალელურად მოთავსებული თერმომეტრით იზომებოდა. სარეაქციო მილში 2,4-დიმეთილბენტანოლ-2 $290\text{--}300^{\circ}\text{C}$ 0,05 მოცულობითი სიჩქარით ტარდებოდა. რეაქციის პროდუქტები გამაცივებელ ნარევეში მოთავსებულ მიმღებში და კლავნილა დამჭერში ორ ფენად გროვდებოდა. კატალიზატების ორგანიული ნაწილი ნატრიუმის სულფატით გაშრობის შემდეგ ინდებოდა მეტალური ნატრიუმის მონაწილეობით. მიღებული ფრაქციები კალციუმის კარბიდზე დაყოვნების შემდეგ შემოწმდა აქტიურ წყალბადზე. შემოწმებამ უარყოფითი შედეგი მოგვცა. ფრაქციებს განვუსაზღვრეთ ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები, რომელთა მნიშვნელობა და ლიტერატურული მონაცემები [8] ამავე სიდიდეთა შესახებ მოცემულია ცხრილში. ბრომის რიცხვის განსაზღვრამ გვიჩვენა, რომ კატალიზის შედეგად მიღებული პროდუქტები შეიცავენ ნაჯერ ნახშირწყალბადებსაც, რომელთა წარმოშობა აიხსნება ეთილენურ ნახშირწყალბადების დაპირდობით იმ წყალბადის ხარჯზე, რომელიც მის გადანაწილების დროს მიიღება.

ეთილენური ნახშირწყალბადების სტრუქტურის დადგენის მიზნით ისინი დაიქანგნენ კალიუმის პერმანგანატის განზავებული ხსნარით. ნახშირწყალბადთა ნარევი დუღილის ტემპერატურით $71\text{--}73^{\circ}$ და $73\text{--}75^{\circ}\text{C}$ სიმციროს გამო გაერთიანდნენ და ისე ჩატარდა მათი დაქანგვა. მკვლევართა მარილების წყალხსნარი აორთქლდა, შემყავდა 25% გოგირდმქავას წყალხსნარით და გამოიწვლილა ეთე-



რით. ეთერხსნარი გაზრა ნატრიუმის სულფატით და გამოიხადა, შეგროვდა ფრაქციები დუღილის ტემპერატურით 100—105° და 115—117°C, პირველი ფრაქცია სულემასთან იძლეოდა თეთრ ნალექს—კალომელს (სინჯი ჭიანჭველის მკვავაზე). მეორე ფრაქციის ნაწილს დაეუმატეთ კალიუმის ტუტის ხსნარი განე-

პას რიგზე	ნახშირწყალბადის დასახელება	დუღილის ტემპ. °C		წნევა მმ		d ₄ ²⁰		n _D ²⁰		ბრომის რიცხვი	უნაჯერი ნახშირწყალბადის % რაოდენობა
		ცდით მიღებული	ლიტერატურული მონაცემები	ცდის დროს	ლიტერატურული მონაცემები	ცდით მიღებული	ლიტერატურული მონაცემები	ცდით მიღებული	ლიტერატურული მონაცემები		
1	4,4-დიმეთილპენტენ-1	71—73	72,1	740	760	0,6821	0,6827	1,3915	1,3918	120	73,8
2	4,4-დიმეთილპენტენ-2	73—75	76,0	740	760	0,6834	0,6880	1,3968	1,3990	126	76,6
3	2,4-დიმეთილპენტენ-1	76,5—80	81,64	740	760	0,6943	0,6943	1,3982	1,3986	138,6	84,8
4	2,4-დიმეთილპენტენ-2	80—82,5	83,31	740	760	0,6938	0,6950	1,4034	1,4038	141	86,5
5	3-მეთილჰექტენ-1	110—112	111	738	760	0,7162	0,7186	1,4049	1,4063	104	71
6	4-მეთილჰექტენ-3	117—121	122	738	760	0,7153	0,725	1,4156	1,4170	119	84,7
7	3-მეთილჰექტენ-3	119—120,5	121	738	760	0,7290	0,7280	1,4126	1,4180	129,8	91
8	3,4-დიმეთილჰექტენ-3	120—122	122	738	760	0,7436	0,7470	1,4279	1,4300	120	85,1
9	3-მეთილჰექტენ-2	122—123	122	738	760	0,7303	0,729	1,4190	1,4190	96	64,2

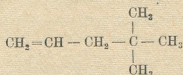
იტრალეზამდე და ამოვარეთ, რის შემდეგ As₂O₅-თან გაცხელებით წარმოიქმნა უსიამოვნო სუნის კაჟიდილი (სინჯი ძმარმკვავაზე). დარჩენილი ნაწილი გადავიტანეთ პატარა ჭურჭელში და გავხსენით აბსოლუტურ ეთერში, ხსნარში ამონიაკის გაცარებით წარმოიშვა ნალექი, რომელიც გავხსენით მცირე მოცულობის წყალში და დავლექეთ ვერცხლის ნიტრატის ხსნარით. ნალექი გავფილტრეთ უნაცრო ფილტრზე, ჩავრეცხეთ მცირე რაოდენობა გამობდილ წყლით, სპირტით და ეთერით. ნალექი გავაზრეთ და დავწვით.

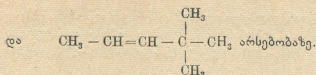
ვერცხლის მარილი 0,0216 გ; Ag 0,01423

CH₃COOAg მიღებულია % Ag 65,87

CH₃COOAg გამოთვლილია % Ag 64,65

დაყენავის პროდუქტში მხოლოდ ჭიანჭველმკვავასა და ძმარმკვავას აღმოჩნდა და აგრეთვე დასაყენად აღებული ფრაქციების კონსტანტების ნინეზნელობები მიგვიითითებს 4,4-დიმეთილპენტენ-1-ის და 4,4-დიმეთილპენტენ-2-ის





76,5—80°C დუდილის ტემპერატურის მქონე ფრაქციის დაქანგვით და შემდგომი დამუშავებით მიღებულ პროდუქტში აღმოჩენილია კეტონი, რომლის სემიკარბაზონი მეთანოლიდან გადაკრისტალეზული გალღვა 123°C. დაქანგვის პროდუქტებში აღმოჩენილია აგრეთვე ჰიანჭველმჟავა. დაქანგვის პროდუქტებში ჰიანჭველმჟავას და მეთილიზობუთილ კეტონის აღმოჩენა და აგრეთვე დასაქანგად აღებული ფრაქციის კონსტანტები მიუთითებს მასში 2,4-დიმეთილპენტენ-1-ის
$$\text{CH}_2 = \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$$
 არსებობაზე.

80—82,5°C დუდილის ტემპერატურის მქონე ფრაქციის დაქანგვის პროდუქტებში ნაჩვენებია აცეტონის და ბუთანმჟავას არსებობა. მიღებული ვერცხლის მარილის ანალიზი მიუთითებს აღნიშნული მჟავის არსებობაზე.

ვერცხლის მარილი 0,0242 გ; Ag 0,01321 გ.

$\text{C}_5\text{H}_7\text{COOAg}$ მიღებულია % Ag 54,54

$\text{C}_5\text{H}_7\text{COOAg}$ გამოთვლილია % Ag 55,36

დაქანგვის პროდუქტში აცეტონისა და ბუთანმჟავას აღმოჩენა და დასაქანგად აღებული ნივთიერების კონსტანტების მნიშვნელობები მიუთითებს საკვლევ პროდუქტში 2,4-დიმეთილპენტენ-2-ის
$$\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} = \text{CH} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$$

არსებობაზე.

110—114°C დუდილის ტემპერატურის მქონე ფრაქციის დაქანგვა კალიუმის პერმანგანატით ჩავატარეთ ზემოთ აღწერილის ანალოგიურად. დაქანგვის პროდუქტში ველოდით მჟავების არსებობას, ამიტომ მისი გაფილტვრისა და ცხელი წყლით ჩარეცხვის შემდეგ შევროვილი ფილტრატი ავავორთქლეთ, შევამჟავეთ და გამოვწვლილეთ ეთერით. ეთერსნარი ნატრიუმის სულფატზე გამრობის შემდეგ გამოვხადეთ, შევავროვეთ ფრაქცია დუდილის ტემპერატურით 100—105°C, რომელმაც სულემის ხსნარის მიმატებით წარმოშვა თეთრი ნალექი (კალომელი), რაც ჰიანჭველმჟავას არსებობაზე მიუთითებს. ჰიანჭველმჟავას მოცილების შემდეგ დარჩენილ ნივთიერებიდან მივიღეთ ვერცხლის მარილი, რომელშიც განვსაზღვრეთ ვერცხლის რაოდენობა.

ვერცხლის მარილი 0,0295 გ, Ag 0,0132 გ.

$\text{C}_6\text{H}_{13}\text{COOAg}$ მიღებულია % Ag 44,74

$\text{C}_6\text{H}_{13}\text{COOAg}$ გამოთვლილია % Ag 45,56

დაქანგვის პროდუქტში ჭიანჭველმჟავას და ჰემბტანმჟავას აღმოჩენა და დასაქანგად აღებული პროდუქტის კონსტანტების მნიშვნელობები ადასტურებს მასში 3-მეთილჰეპტენ-1-ის

$$\text{CH}_2=\text{CH}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$$

არსებობას.

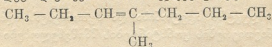
114—119°C დუღილის ტემპერატურის მქონე ფრაქციის დაქანგვის პროდუქტში მოსალოდნელი იყო მეთილპროპილკეტონის და პროპანმჟავას არსებობა. კეტონი გამოიხადა 99—102°C შორის, მასზე სემიკარბაზიდის მოქმედებით მიღებულია სემიკარბაზონი ლობის ტემპერატურით 110°C. კეტონის დუღილის ტემპერატურა და სემიკარბაზონის ლობის ტემპერატურა, რომლებიც თანხვედრილია ლიტერატურულ მონაცემებთან, ადასტურებს მეთილპროპილკეტონის არსებობას ზემოხსენებული ფრაქციის დაქანგვის ნეიტრალურ პროდუქტში. მჟავის აღმოჩენის მიზნით დარჩენილი ფილტრატი ავორთქლეთ, შემდეგვეთ, მივიღეთ ვერცხლის მარილი ორგანული მჟავისა, რომელშიც გამოანგარიშებულ იქნა ვერცხლი.

ვერცხლის მარილი 0,0213 გ; Ag 0,01234 გ.

$\text{C}_9\text{H}_{17}\text{COOAg}$ მიღებულია % Ag 57,93

$\text{C}_9\text{H}_{17}\text{COOAg}$ გამოთვლილია % Ag 59,66

დაქანგვის პროდუქტში მეთილპროპილკეტონის და პროპიონმჟავას აღმოჩენა და დასაქანგად აღებული პროდუქტის კონსტანტების მნიშვნელობები საფუძველს გვაძლევს დავასკვნათ, რომ საკვლევ ფრაქციაშია 4-მეთილჰეპტენ-3



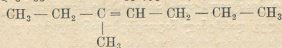
119—120,5°C დუღილის ტემპერატურის მქონე ფრაქციის დაქანგვის პროდუქტში აღმოჩენილია მეთილეთილკეტონი, რომლის სემიკარბაზონი გადაკრისტალის შემდეგ გალღვა 148°C, რომელიც თანხვედრილია ამავე სიდიდის ლიტერატურულ მნიშვნელობისა (9). მოსალოდნელი მჟავას (ბუტანმჟავის) აღმოჩენის მიზნით მიღებულია ვერცხლის მარილი ორგანული მჟავისა, რომლის ანალიზით ნაჩვენებია ზემოაღნიშნული მჟავის არსებობა.

ვერცხლის მარილი 0,0218 გ; Ag 0,01186 გ.

$\text{C}_5\text{H}_7\text{COOAg}$ მიღებულია % Ag 54,40

$\text{C}_5\text{H}_7\text{COOAg}$ გამოთვლილია % Ag 55,36

დაქანგვის პროდუქტში მეთილეთილკეტონის და ბუტანმჟავას აღმოჩენა და დასაქანგად აღებული პროდუქტის კონსტანტების მნიშვნელობები საფუძველს გვაძლევს დავასკვნათ, რომ საკვლევ სინჯში არის 3-მეთილჰეპტენ-3.



120,5—122°C დუღილის ტემპერატურის მქონე ფრაქციის დაქანგვით იდენტიფიცირებულია მხოლოდ მეთილეთილკეტონი, რომლის სემიკარბაზონის ლობის ტემპერატურა—147,8 კარგ თანხვედრაშია ამავე სიდიდის ლიტერატურულ (9) მონაცემებთან. დაქანგვის პროდუქტში მხოლოდ მეთილეთილკე-

ტონის აღმოჩენა და დასაქანგად აღებული პროდუქტის ფიზიკური მაჩვენებლები დამაჯერებლად მიგვიითებებს საკვლევ პროდუქტში 3,4-დიმეთილპენტენ-3-ის $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} = \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ არსებობაზე.



122—123°C დუღილის ტემპერატურის მქონე ფრაქციის დაქანგვით მიღებულია როგორც კეტონი, ისე მჟავა. კეტონიდან მიღებული სემიკარბაზონი გადაკრისტალების შემდეგ გალღვა 117,6°C, რაც იმის დამადასტურებელია, რომ ჩვენ შეთილბუთილკეტონის სემიკარბაზონთან გვაქვს საქმე, რომლის ლღობის ტემპერატურის სამეცნიერო ლიტერატურაში ცნობილი (9) მნიშვნელობა ახლოს დგას ჩვენ მიერ ცდით მიღებულ სიდიდესთან.

მჟავის აღმოჩენის მიზნით ფილტრატი ავანორთქლეთ, შევამჯავეთ გოგირდ-მჟავით და გამოვწვლილეთ ეთერით. ეთერხსნარი გაშრობის შემდეგ გამოიხდა 115—118°C შორის, დესტილიტი კალიუმის ტუტით გავანეიტრალეთ და ავანორთქლეთ, რის შემდეგ As_2O_3 -თან გაცხელებით წარმოიქმნა კაკოდილის დამახასიათებელი სუნი (სინჯი ძმარმჟავაზე).

დაქანგვის პროდუქტში შეთილბუთილკეტონის და ძმარმჟავას აღმოჩენა და აგრეთვე დასაქანგად აღებული ნახშირწყალბადის ფიზიკური კონსტანტების მნიშვნელობანი ადასტურებს გამოსაკვლევ ფრაქციაში 3-მეთილპენტენ-2-ის $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ არსებობას.



დასკვნები

1. ჩატარებულია 2,4-დიმეთილპენტანოლ-2-ის და 3-მეთილპენტანოლ-3-ის დეჰიდრატაცია გუმბრინის მონაწილეობით.

2. ნაჩვენებია, რომ სპირტების შიგამოლეკულურ დეჰიდრატაციას თან სდევს ეთილენური ნახშირწყალბადის იზომერირება, როგორც ორმაგი ბმის მიგრაციით, ისე ჩონჩხის დატოტვით.

3. 2,4-დიმეთილპენტანოლ-2-ის დეჰიდრატაციის პროდუქტში აღმოჩენილია: 2,4-დიმეთილპენტენ-2; 2,4-დიმეთილპენტენ-1; 4,4-დიმეთილპენტენ-2 და 4,4-დიმეთილპენტენ-1.

4. 3-მეთილპენტანოლ-3-ის დეჰიდრატაციის პროდუქტში აღმოჩენილია 3-მეთილპენტენ-3; 3-მეთილპენტენ-2; 3-მეთილპენტენ-1; 4-მეთილპენტენ-3 და 3,4-დიმეთილპენტენ-3.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 28.4.1965)

ХИМИЯ

Х. И. АРЕШИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), Е. К. ТАВАРТКИЛАДЗЕ
 КОНТАКТНО-КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ 2,4-ДИМЕТИЛПЕНТАНОЛА-2 И 3-МЕТИЛГЕПТАНОЛА-3

Резюме

В предыдущих исследованиях нами было показано, что в присутствии гумбрин (глина из с. Гумбри Грузинской ССР) алифатические и циклические спирты с углеродными атомами в молекуле от C_2 до C_7 де-

гидратируются, а продукт дегидратации спиртов—алкены состава C_4-C_7 и циклоалкены состава C_6-C_7 изомеризуются разветвлением углеродного скелета, сужением и расширением цикла, перемещением двойной связи.

Изомеризация алкенов подобного рода вызывает повышение их октановых чисел, в связи с чем исследование в этом направлении, помимо теоретического интереса, имеет и практическое значение. Поэтому представляло определенный интерес установление строения углеводородов, которые образуются из продуктов дегидратации 2,4-диметилпентанола-2 и 3-метилгептанола-3. Проведенным исследованием доказано, что губрин не только дегидратирует 2,4-диметилпентанол-2 и 3-метилпентанол-3, но и изомеризует полученные при этой реакции алкены.

В продуктах дегидратации 2,4-диметилпентанола-2 обнаружены: 2,4-диметилпентен-2, 2,4-диметилпентен-1, 4,4-диметилпентен-2 и 4,4-диметилпентен-1.

В результате дегидратации 3-метилгептанола-3 получены: 3-метилгептен-1, 3-метилгептен-2, 3-метилгептен-3, 4-метилгептен-3 и 3,4-диметилгексен-3.

Превращаемые продукты — 2,4-диметилпентанол-2 и 3-метилгептанол-3 — синтезированы нами по Гриньяру, исходя из соответствующих галоидалкилов и кетонов.

Дегидратация проводилась при 290—300°C на губрине с объемной скоростью 0,05. Углеводороды высушивались и разгонялись. Определение бромных чисел показало, что в катализате присутствуют также предельные углеводороды.

Для определения структуры этиленовых углеводородов их окисляли перманганатом калия. Судя по продуктам окисления и физическим константам углеводородов, подвергавшихся окислению, были идентифицированы вышеперечисленные углеводороды этиленового ряда.

დადამატებითი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. X. ი. არეშიძე და ე. კ. თავართქილაძე. Асканит как дегидратирующий контакт. ЖПХ, 18, 1945, 271.
2. X. ი. არეშიძე და ე. კ. თავართქილაძე. Контактная изомеризация бутена-1. ЖПХ, 21, 1948, 281.
3. X. ი. არეშიძე და ე. კ. თავართქილაძე. Дегидратация циклогексанола губрином. ЖПХ, 22, 1949, 119.
4. ქრ. არეშიძე და ე. თავართქილაძე. 2-მეთილპენტანოლ-2-ის დეჰიდრატაცია და დეჰიდრატაციის პროდუქტთა იზომერიზება გუბრინის მონაწილეობით. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები 62, 1957, 159.
5. X. ი. არეშიძე. Изомеризация олефинов и циклоолефинов в присутствии губрина. Изв. АН СССР, ОХН, 1950, 178.
6. X. ი. არეშიძე და ე. კ. თავართქილაძე. Совместная дегидратация фенола и аммиака в присутствии губрина. Программа конференции по органическому катализу. М., 1959, 61.
7. Beilstein, I, 19, 8, 127.
8. Р. Д. Оболенцев. Физические константы углеводородов жидких топлив и масел. Гостоптехиздат, М.—Л., 1953, 328, 330, 332, 340, 342.
9. Словарь органических соединений, т. II, 1949, 639, 697, 800.



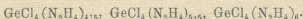
ХИМИЯ

П. В. ГОГОРИШВИЛИ, Э. А. КВЕЗЕРЕЛИ

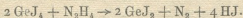
О ГИДРАЗИНОВЫХ СОЕДИНЕНИЯХ ГЕРМАНИЯ

(Представлено академиком Г. В. Цицишвили 2.4.1965)

В литературе не имеется указаний о существовании гидразинатов германия, за исключением недавно опубликованных работ итальянских авторов [1, 2], в которых приведены результаты опытов по получению соединений четыреххлористого германия с безводным гидразином при непосредственном взаимодействии этих компонентов. В зависимости от количества гидразина они получили соединения различного состава:



Авторы экспериментальным путем показали, что продукты реакции при взаимодействии тетраиодида германия с безводным гидразином отличаются от продуктов, полученных при изучении систем тетрахлорид германия—гидразин. Они наблюдали образование соединений двухвалентного германия по следующей предполагаемой схеме:



Целью нашей работы являлось исследование взаимодействия галогенидов четырехвалентного германия с гидразингидратом в среде водно-органических растворителей, изучение физико-химических свойств и строения полученных соединений.

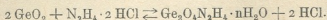
Экспериментальная часть

Четыреххлористый или четырехйодистый германий растворялся в серном эфире, после чего добавлялся разбавленный (1:10) раствор гидразингидрата. Через 3—5 минут после смешивания происходило помутнение раствора, а затем постепенно выпадал белый осадок. Последний промывался сперва 40%, затем 95% этиловым спиртом и эфиром, высушивался на воздухе.

Качественный анализ показал, что вещество не содержит галоген иона, но дает реакцию на гидразин.

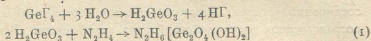
Следующий опыт был проведен непосредственным взаимодействием GeI_4 и $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ в водной среде. В этом случае реакция образования осадка сопровождалась большим выделением тепла. Полученное соединение оказалось идентичным с вышеуказанным продуктом.

Было изучено также взаимодействие двуокиси германия с солянокислым гидразином. С этой целью смешивались раствор солянокислого гидразина и насыщенный водный раствор (суспензия) двуокиси германия; при этом осадок не выпадал, вероятно, из-за установившегося равновесия:

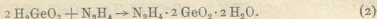


При нейтрализации раствора аммиаком или гидразингидратом постепенно начинает выпадать белый осадок.

Рассматривая различные способы получения соли германия с гидразином из GeCl_4 и GeJ_4 , можно предположить, что сначала протекает гидролиз галогенидов германия с образованием метагерманиевой кислоты, которая впоследствии вступает в реакцию с гидразингидратом с образованием $\text{Ge}_2\text{O}_6\text{H}_8\text{N}_2$:



или



Состав соли, полученный из разных исходных веществ, колеблется и приближается к $\text{N}_2\text{H}_6[\text{Ge}_2\text{O}_4(\text{OH})_2]$, $(\text{N}_2\text{H}_4 \cdot 2 \text{GeO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O})$.

Для $\text{N}_2\text{H}_6[\text{Ge}_2\text{O}_4(\text{OH})_2]$

вычислено, %: Ge—52,38; N—10,10; H_2O —12,99;

найдено, %: Ge—52,37; N—9,98; H_2O —11,29;

52,96; 9,09; —

Соединение $\text{N}_2\text{H}_6[\text{Ge}_2\text{O}_4(\text{OH})_2]$ растворяется в разбавленных кислотах и щелочах, а при нейтрализации вновь выпадает без изменения. В концентрированных кислотах и щелочах плохо растворяется.

Было бы интересным провести аналогичные опыты с двухвалентным германием и проследить, как протекает реакция в подобных условиях.

С этой целью 4—7 мл $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ растворяли в 20—30 мл спирта и при постоянном перемешивании с небольшими порциями вводили 1 г GeJ_2 . Продукт реакции принимает красный цвет, с переходом в желтый. Выделившееся желтое соединение промывалось разбавленным гидразином, водой, спиртом и эфиром, высушивалось на воздухе. Качественный анализ показал, что полученное соединение не содержит йод, но дает реакцию на гидразин.

Для $\text{N}_2\text{H}_6(\text{HGeO}_2)_2$

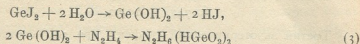
вычислено, %: Ge—59,21; N—11,42;

найдено %: Ge—59,5; N—9,85;

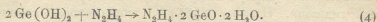
60,15; 10,25.

Несовпадение данных анализов с вычисленными, по-видимому, вызвано примесями.

GeJ_2 , вероятно, сперва подвергается гидролизу с образованием гидрата окиси германия, а затем вступает в реакцию с гидразином по уравнению



или



Из намеченных двух возможных соединений, если идти по аналогии с реакцией (1), наиболее вероятным следует признать (3).

Термографическое и спектроскопическое исследование

С целью выяснения прочности связи гидразина с германием и изучения строения проведено термографическое исследование и сняты инфракрасные спектры $\text{N}_2\text{H}_6[\text{Ge}_2\text{O}_4(\text{OH})_2]$. Термограммы записывались на пирометре Курнакова. На кривой нагревания (рис. 1) отмечены три эффекта — при 70, 115 и 300°, причем первые два эффекта являются эндотермическими, а третий — экзотермическими.

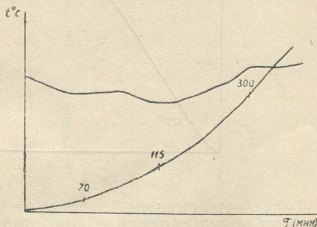


Рис. 1

В дальнейшем $\text{N}_2\text{H}_6[\text{Ge}_2\text{O}_4(\text{OH})_2]$ нагревалось до соответствующих точек температурных эффектов и анализировалось. При первом эффекте (70°) уменьшение веса соответствует приблизительно полутора молекулам воды. По данным химического анализа, соединению можно приписать следующую формулу: $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot 2 \text{GeO}_2 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$.

Для $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot 2 \text{GeO}_2 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$

вычислено, %: Ge—58,03; N—11,19; H_2O —3,59;

найдено, %: Ge—58,24; N—10,83; H_2O —3,19;

58,32; 11,33; 3,55.

При 115° теряются оставшиеся полмолекулы воды и получается соединение состава $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot 2 \text{GeO}_2$.

Для $N_2H_4 \cdot 2GeO_2$

вычислено, %: Ge—60,24; N—11,60;

найдено, %: Ge—60,78; N—10,45;

60,74; 10,72.

Третий экзотермический эффект при 300° соответствует разложению соединения $N_2H_4 \cdot 2GeO_2$ до двуокиси германия. При этом удаляется весь гидразин. Навеска 0,1864 г, теоретическое количество гидразина, входящего в $N_2H_4 \cdot 2GeO_2$, 0,0247 г, потеря в весе 0,0246 г.

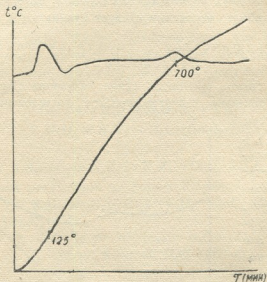
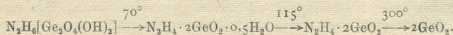


Рис. 2

Таким образом, потеря в весе и отрицательная реакция на гидразин у конечного продукта указывают на предполагаемый механизм реакции разложения. Данные, полученные при нагревании $N_2H_6[Ge_2O_4(OH)_2]$, можно изобразить по схеме



Термограмма двухвалентного германия $N_2H_6(HGeO_3)_2$ (рис. 2) значительно отличается от термограммы гидразинового соединения четырехвалентного германия $N_2H_6[Ge_2O_4(OH)_2]$. Видимо, при первом эффекте (125°) $N_2H_6(HGeO_3)_2$ разлагается.

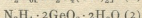
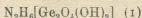
Инфракрасные спектры⁽¹⁾ были сняты в области $400-4000\text{ см}^{-1}$ на спектрофотометре UR-10 с призмами KBr и NaCl.

(¹ ИК-спектры сняты Ю. Я. Харитоновым.

С целью сравнения и суждения о строении изучаемого вещества были сняты также инфракрасные спектры комплексных соединений: $[\text{Co}(\text{N}_2\text{H}_4)_2]\text{Cl}_2$; $[\text{Ni}(\text{N}_2\text{H}_4)_2]\text{Cl}_2$ (рис. 3, а, б).

В спектре соединения $\text{N}_2\text{H}_6[\text{Ge}_2\text{O}_4(\text{OH})_2]$ (рис. 3, с) полосы поглощения координированного гидразина (сравним с $[\text{Co}(\text{N}_2\text{H}_4)_2]\text{Cl}_2$ и $[\text{Ni}(\text{N}_2\text{H}_4)_2]\text{Cl}_2$) отсутствуют.

Спектр имеет совершенно другой характер. Наличие широкой полосы в области 800 см^{-1} , по-видимому, указывает на существование кислородных мостиков в полианионах германия. На основании инфракрасных спектров из двух возможных химических формул соединений



следует выбрать (1).

Существует третья возможность, что данное соединение является продуктом адсорбции гидразина двуокисью германия. Однако это предположение не согласуется с низкой адсорбционной способностью двуокиси германия и с тем обстоятельством, что GeO_2 не образует соединения при взаимодействии с гидразином, что должно было бы происходить, если бы речь шла только об адсорбции. В случае же получения германата существует оптимальная область рН, при которой он образуется, причем ионы N_2H_5^+ и $\text{N}_2\text{H}_6^{++}$ являются стабилизирующими катионами.

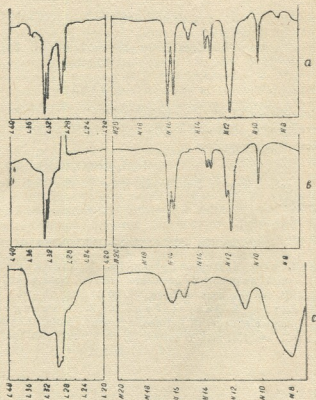


Рис. 3

Выводы

Изучено взаимодействие галогенидов четырехвалентного германия с гидразингидратом. В результате выделено и охарактеризовано соединение состава $\text{N}_2\text{H}_6[\text{Ge}_2\text{O}_4(\text{OH})_2]$.

Приводятся данные относительно механизма его образования и строения.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физической и органической
 химии
 Тбилиси

(Поступило в редакцию 2.4.1965)

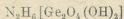
ჰიშია

პ. გოგორიშვილი, ე. კვეზერელი

ბერმანიუმის ჰიდრაზინიანი ნაერთების
 შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია ოთხვალენტოვანი გერმანიუმის ჰალოგენიდების ურთი-
 ერთქმედება ჰიდრაზინჰიდრატთან; გამოყოფილი და დახასიათებულია ნა-
 ერთი შედგენილობით



გამოთქმულია მოსახრება მისი წარმოქმნის მექანიზმისა და აღნაგობის
 შესახებ.

დამოუწმებელი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. C. Livio, E. Dubini Paglia, B. Gianangelo. Reazioni dell'idrazina sugli alogenuri di germanio: cloruri. Nota I. Atti Accad. naz. Lincei. Rend. Cl. sci. fis., mat. e natur., 32, № 1, 1962, 13—16.
2. C. Livio, E. Dubini Paglia, B. Gianangelo. Reazioni dell'idrazina sugli alogenuri di germanio: ioduri. Nota. II. Atti Accad. naz. Lincei. Rend. Cl. sci. fis., mat. e natur., 32, № 2, 1962, 152—154.

ХИМИЯ

Р. М. ЛАГИДЗЕ, А. И. ДВАЛИШВИЛИ, Р. Н. АХВЕДИАНИ

СИНТЕЗ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПРОТИВООПУХОЛЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ НЕКОТОРЫХ АРИЛАЛКАНОЛОВ

(Представлено академиком В. С. Асатиани 17.6.1965)

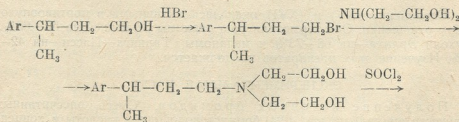
Среди многочисленных препаратов, применяемых в химиотерапии злокачественных опухолей, по своей распространенности и практически важным результатам особое положение занимают так называемые алкилирующие вещества типа R-N,N-ди-(2-хлорэтил)-аминов, в которых в качестве фармакодинамических носителей R используются разнообразные представители алифатических, ароматических и гетероциклических и других классов органических соединений. В этом отношении в последнее время особое внимание привлекают N,N-ди-(2-хлорэтил)-амины, содержащие различные арилалканы, например эмбитол [1—3].

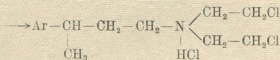
Поскольку центральной проблемой исследования лекарственных веществ является связь между химическим строением и физиологической активностью, нам казалось интересным изучение влияния характера и количества заместителей в ароматическом ядре в соединениях, являющихся структурными аналогами эмбитола. Обычно в аналогичных условиях в большинстве случаев ограничиваются изучением зависимости физиологической активности от числа метиленовых групп в боковых цепях, проследивая эту зависимость от $n=0$ до $n=5$, в то время как детальное изучение влияния характера и количества заместителей в ядре является не менее важной задачей.

В настоящей работе для осуществления синтеза подобных соединений в качестве исходных продуктов использованы легкодоступные, благодаря ранее проведенным в нашей лаборатории исследованиям, арилалканола типа Ar-CH(CH₃)-CH₂-CH₂OH [4—8].

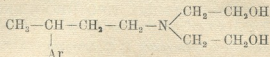


Синтез соответствующих N,N-ди-(2-хлорэтил)-аминов осуществлен по следующей общей схеме:





Константы и выходы синтезированных нами *N,N*-ди-(гидроксиэтил)-аминов приведены в табл. 1, соответствующие данные для *N,N*-ди-(2-хлорэтил)-аминов— в табл. 2.



№	Вещество	Ag	Продолжительность и температура реакции	Количество реагирующих веществ	
				Бромид	70% диэтиламин
(VIII)	3-(фенил)-бутил- <i>N,N</i> -ди-(2-гидроксиэтил)-амин $\text{C}_{14}\text{H}_{22}\text{O}_2\text{N}$	C_6H_5	5 ч., 135°	7,42 г 0,0347 г-мол	18,6 г 0,124 г-мол
(IX)	3-(<i>p</i> -толил)-бутил- <i>N,N</i> -ди-(2-гидроксиэтил)-амин $\text{C}_{13}\text{H}_{20}\text{O}_2\text{N}$	4- $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4$	6 ч., 130°	10,0 г 0,044 г-мол	26,4 г 0,176 г-мол
(X)	3-(<i>o</i> -ксилил)-бутил- <i>N,N</i> -ди-(2-гидроксиэтил)-амин $\text{C}_{16}\text{H}_{27}\text{O}_2\text{N}$	2,3-(CH_3) $_2\text{C}_6\text{H}_3$	7 ч., 125°	20,0 г 0,083 г-мол	50,0 г 0,333 г-мол
(XI)	3-(<i>m</i> -ксилил)-бутил- <i>N,N</i> -ди-(2-гидроксиэтил)-амин $\text{C}_{16}\text{H}_{27}\text{O}_2\text{N}$	2,4-(CH_3) $_2\text{C}_6\text{H}_3$	6 ч., 130°	20,0 г 0,083 г-мол	50,0 г 0,333 г-мол
(XII)	3-(<i>p</i> -ксилил)-бутил- <i>N,N</i> -ди-(2-гидроксиэтил)-амин $\text{C}_{16}\text{H}_{27}\text{O}_2\text{N}$	2,5-(CH_3) $_2\text{C}_6\text{H}_3$	6,5 ч., 125°	10,0 г 0,041 г-мол	24,8 г 0,165 г-мол
(XIII)	3-(4'-этилфенил)-бутил- <i>N,N</i> -ди-(2-гидроксиэтил)-амин $\text{C}_{16}\text{H}_{27}\text{O}_2\text{N}$	4- $\text{C}_2\text{H}_5\text{C}_6\text{H}_4$	7 ч., 125°	23,0 г 0,095 г-мол	57,0 г 0,38 г-мол
(XIV)	3-(4'-изопропилфенил)-бутил- <i>N,N</i> -ди-(2-гидроксиэтил)-амин $\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{O}_2\text{N}$	4- $\text{C}_3\text{H}_7\text{C}_6\text{H}_4$	8 ч., 120°	20,0 г 0,078 г-мол	47,0 г 0,313 г-мол

Соединения (XV) и (XVI) оказались активными в противоопухолевом отношении. Они тормозили рост саркомы 37 мышей на 50—65%, опухоли Эрлиха—на 66—73% и меланомы Гаринга—Пасси—на 42—70%. Изучение этих препаратов продолжается.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Получение исходных бромидов. Смесь рассчитанных количеств арилалканолов, 40% бромистоводородной кислоты и концен-

трированной H_2SO_4 ($d=1,84$) в молярных соотношениях 1:6:2 кипятят на масляной бане в течение 6—8 часов. Продукты реакции разбавляют водой, отделяют слой бромида, промывают его сначала небольшим количеством концентрированной серной кислоты, потом водой, разбавленным раствором соды и сушат над Na_2SO_4 или $CaCl_2$. Полученные многократной фракционировкой продукты представляют собой бесцветные довольно легкоподвижные жидкости с характерным для бромидов запахом.

Таблица 1

Т. кип., °C	n_D^{20}	d_4^{20}	Вычислено %			Найдено %			MR _D		Выход, %
			C	H	N	C	H	N	вычислено	найде-но	
167—9 (2 мм)	1,525	1,0383	70,88	9,78	5,91	71,00 70,62	9,6 9,78	5,96	70,249	70,09	68
165—6 (1,5 мм)	1,5251	1,0292	71,71	9,96	5,57	71,78 71,92	9,95 10,09	5,65	74,86	74,87	70,5
170 (1,5 мм)	1,5253	1,0207	72,45	10,18	5,28	72,49 72,21	10,10 10,21	5,20	79,48	79,60	80,5
175—6 (2 мм)	1,5256	1,0191	72,45	10,18	5,28	72,65 72,37	10,21 10,31	5,48	79,48	79,77	70
166—7 (0,5 мм)	1,5258	1,025	72,45	10,18	5,28	72,36 72,15	10,43 10,32	5,11	79,48	79,33	69
166—7 (1,5 мм)	1,5252	1,0234	72,45	10,18	5,28	72,11 72,18	10,08 10,24	5,43	79,48	79,31	74
157—9 (1,5 мм)	1,522	1,0196	73,11	10,39	5,02	73,01 72,97	10,01 10,25	5,22	84,09	83,67	64,5

3-фенил-1-бромбутан (I). Смесь 30 г (0,2 г-мол) 3-фенил-бутанола-1; т. кип. 76° (2 мм); n_D^{20} 1,5163; d_4^{20} 0,9920 [4], 243 г (1,2 г-мол) 40% раствора HBr и 39 г (0,4 г-мол) H_2SO_4 кипятят в течение 6 часов при 125° . Полученный продукт характеризуется т. кип. 70° (2 мм); n_D^{20} 1,5385; d_4^{20} 1,2684, выход 85%. Найдено %: C 56,25; H 6,05; Br 37,50; MR 52,63. $C_{10}H_{13}Br$. Вычислено %: C 56,34; H 6,10; Br 37,56; MR 52,54.

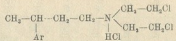


Таблица 2

№	Наименование и эмпирические формулы	Ar	Т. пл., °C	Найдено %				Вычислено %				Выход, %
				C	H	Cl	N	C	H	Cl	N	
(XV)	Солянокислый 3-фенилбутил-N,N-ди-(2-хлорэтил)-амин $\text{C}_{17}\text{H}_{23}\text{NCl}_2$	C_6H_5	60	54,45 54,28	6,92 6,81	34,12 33,87	4,72	54,11	7,08	34,29	4,51	87
(XVI)	Солянокислый 3-(п-толил)-бутил-N,N-ди-(2-хлорэтил)-амин $\text{C}_{17}\text{H}_{23}\text{NCl}_2$	$4-\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4$	118-119	55,16 55,24	7,58 7,68	32,98 33,03	4,47	55,47	7,39	32,82	4,31	89
(XVII)	Солянокислый 3-(о-ксила)-бутил-N,N-ди-(2-хлорэтил)-амин $\text{C}_{16}\text{H}_{21}\text{NCl}_2$	$2,3-(\text{CH}_3)_2\text{C}_6\text{H}_3$	108-109	56,62 56,72	7,80 7,74	31,49 31,82	4,45	56,72	7,68	31,46	4,13	85
(XVIII)	Солянокислый 3-(м-ксила)-бутил-N,N-ди-(2-хлорэтил)-амин $\text{C}_{16}\text{H}_{21}\text{NCl}_2$	$2,4-(\text{CH}_3)_2\text{C}_6\text{H}_3$	144-145	56,83 56,76	7,66 7,70	31,29 31,63	4,31	56,72	7,68	31,46	4,13	82
(XIX)	Солянокислый 3-(п-ксила)-бутил-NN-ди-(2-хлорэтил)-амин $\text{C}_{17}\text{H}_{23}\text{NCl}_2$	$2,5-(\text{CH}_3)_2\text{C}_6\text{H}_3$	138-139	56,89 57,06	7,54 7,74	31,79 31,89	4,30	56,72	7,68	31,46	4,13	93
(XX)	Солянокислый 3-(4'-этилфенил)-бутил-N,N-ди-(2-хлорэтил)-амин $\text{C}_{19}\text{H}_{25}\text{NCl}_2$	$4-\text{C}_2\text{H}_5\text{C}_6\text{H}_4$	68-69	56,52 56,49	7,51 7,35	31,85 31,98	4,39	56,72	7,68	31,46	4,13	94
(XXI)	Солянокислый 3-(4'-изопропилфенил)-бутил-N,N-ди-(2-хлорэтил)-амин $\text{C}_{21}\text{H}_{29}\text{NCl}_2$	$4-\text{C}_3\text{H}_7\text{C}_6\text{H}_4$	74-75	57,50 57,64	7,54 7,84	30,63 30,67	4,12	57,87	7,94	30,21	3,97	90

Р. М. Делмас, А. И. Дроздовский, Р. Н. Александров

3-п-толил-1-бромбутан (II). Смесь 35 г (0,213 г-мол) 3-п-толил-бутанола-1; т. кип. 93—95° (2 мм); n_D^{20} 1,522; d_4^{20} 0,9420 [5]; 345 г (1,70 г-мол) HBr и 49 г (0,5 г-мол) H₂SO₄ кипятят в течение 7 часов. Полученный бромид имеет т. кип. 87° (2 мм); n_D^{20} 1,5354; d_4^{20} 1,2295; выход 81%. Найдено %: C 58,13; H 6,45; Br 35,96; MR 57,16. C₁₁H₁₅Br. Вычислено %: C 58,15; H 6,61; Br 35,99; MR 57,51.

3-о-ксилил-1-бромбутан (III) получается в вышеописанных условиях кипячением смеси 55 г (0,31 г-мол) 3-о-ксилил-бутанола-1; т. кип. 98° (2 мм); n_D^{20} 1,5280; d_4^{20} 0,9672 [6]; 312 г (1,54 г-мол) HBr и 39 г (0,4 г-мол) H₂SO₄ в течение 7 часов. Продукт реакции перегоняется при 88—89° (2 мм); n_D^{20} 1,5355; d_4^{20} 1,2055; выход 78%. Найдено %: C 59,64; H 7,00; Br 33,33; MR 62,28. C₁₂H₁₇Br. Вычислено %: C 59,75; H 7,05; Br 33,19; MR 61,78.

3-м-ксилил-1-бромбутан (IV). Смесь 60 г (0,337 г-мол) 3-м-ксилил-бутанола-1; т. кип. 90° (2 мм); n_D^{20} 1,5223; d_4^{20} 0,9675; 348 г (1,7 г-мол) HBr и 39 г (0,4-мол) H₂SO₄ кипятят при 135—140° в течение 7,5 часа. Полученный продукт имеет т. кип. 82—83° (2 мм); n_D^{20} 1,5345; d_4^{20} 1,2014; выход 75%. Найдено %: C 59,82; H 6,88; Br 32,87; MR 62,4. C₁₂H₁₇Br. Вычислено %: C 59,75; H 7,05; Br 33,19; MR 61,78.

3-п-ксилил-1-бромбутан (V). Смесь 50 г (0,28 г-мол) 3-п-ксилил-бутанола-1; т. кип. 94—95° (2 мм); n_D^{20} 1,5230; d_4^{20} 0,9668 [7], 282 г (1,4 г-мол) HBr и 40 г (0,41 г-мол) H₂SO₄ кипятят до 135° в течение 8 часов. Бромид перегоняется при 90° (2 мм); n_D^{20} 1,5355; d_4^{20} 1,2081; выход 80%. Найдено %: C 60,08; H 7,20; Br 33,18; MR 61,617. C₁₂H₁₇Br. Вычислено %: C 59,75; H 7,05; Br 33,19; MR 62,18.

3-(4'-этилфенил)-1-бромбутан (VI). Смесь 35 г (0,196 г-мол) 3-(4'-этилфенил)-бутанола-1; т. кип. 113—115°; n_D^{20} 1,519; d_4^{20} 0,9719 [6]; 242 г (1,2 г-мол) HBr и 39 г (0,4 г-мол) H₂SO₄ кипятят при 135° в течение 6,5 часа. Многократной вакуумразгонкой выделяется фракция с т. кип. 76—77° (2 мм); n_D^{20} 1,5349; d_4^{20} 1,2144; выход 88%. Найдено %: C 59,68; H 7,05; Br 33,20; MR 61,67. C₁₂H₁₇Br. Вычислено %: C 59,75; H 7,05; Br 33,19; MR 61,78.

3-(4'-изопропилфенил)-1-бромбутан (VII). Смесь 37 г (0,193 г-мол) 3-(4'-изопропилфенил)-бутанола-1; т. кип. 125—127° (2 мм); n_D^{20} 1,519; d_4^{20} 0,9721 [8]; 283 г (1,4 г-мол) HBr и 42 г (0,43 г-мол) H₂SO₄ кипятят в течение 8 часов при 135°. Полученный бромид имеет т. кип. 60—62° (1,5 мм); n_D^{20} 1,5326; d_4^{20} 1,1975; выход 62%. Найдено %: C 61,27; H 7,35; Br 31,19; MR 66,07. C₁₃H₁₉Br. Вычислено %: C 61,18; H 7,45; Br 31,37; MR 66,398.

N,N-ди-(2-гидроксиэтил)-амины синтезированы по известной методике [9, 10]. Определенное количество вышеописанных бромидов и 70% водного раствора диэтанолamina нагревают в запаянных ампулах до 120—140° в течение нескольких часов. Продукты реакции экстрагируют эфиром. Эфирную вытяжку промывают дистиллированной водой, сушат над едким калием и отгоняют растворитель. Полученные многократной фракционировкой N,N-ди-(2-гидроксиэтил)-амины представляют собой бесцветные прозрачные маслообразные жидкости со свойственным азотипритам раздражающим действием на кожу.

Хлорэтиламины получают в виде солянокислых солей хлорированием соответствующих N,N-ди-(2-гидроксиэтил)-аминов хлористым тионилем [2, 10]. В трехгорлой круглодонной колбочке, снабженной механической мешалкой, обратным холодильником, термометром и капельной воронкой, к раствору N,N-ди-(2-гидроксиэтил)-амина в бензоле при перемешивании добавляют по каплям раствор хлористого тионила в том же растворителе. Реакционную смесь нагревают в пределах 45—70° в течение нескольких часов.

После удаления растворителя и избытка хлористого тионила оставшуюся смолообразную массу высушивают в вакуум-эксикаторе, добавляют немного эфира и колбу охлаждают в холодильнике до полного затвердевания содержащегося в ней вещества. Полученный таким путем продукт отфильтровывают, промывают несколько раз эфиром, растворяют при нагревании в бензоле и обесцвечивают активированным углем.

Солянокислые хлорэтиламины представляют собой белые гигроскопичные вещества, хорошо растворимые в воде и этаноле.

Солянокислый 3-фенилбутил-N,N-ди-(2-хлорэтил)-амин (XV). К раствору 2 г (0,084 г-мол) 3-фенилбутил-N,N-ди-2-гидроксиэтил)-амина (VIII) в 20 мл бензола добавляют раствор 3 г (0,025 г-мол) хлористого тионила в 20 мл бензола и смесь нагревают при 50° в течение 1 часа. Трижды перекристаллизованный из смеси бензола и эфира (1 : 1) продукт плавится при 60°.

Солянокислый 3-птолилбутил-N,N-ди-(2-хлорэтил)-амин (XVI) получается нагреванием смеси 4,2 г (0,0167 г-мол) 3-птолилбутил-N,N-ди-(2-гидроксиэтил)-амина (XIX), 5,97 г (0,0501 г-мол) хлористого тионила и 60 мл бензола при 60° в течение 2 часов. Т. пл. 118—119° (из смеси бензола и ацетона 5 : 1).

Солянокислый 3-о-ксилилбутил-N,N-ди-(2-хлорэтил)-амин (XVII). Смесь 5 г (0,019 г-мол) 3-о-ксилилбутил-N,N-ди-(2-гидроксиэтил)-амина (X), 6,73 г (0,056 г-мол) хлористого тионила и 80 мл бензола нагревают при 55—60° в течение 2,5 часа. Перекристаллизованный из смеси бензола и ацетона (4 : 1) продукт имеет т. пл. 108—109°.

Солянокислый 3-м-ксилилбутил-N,N-ди-(2-хлорэтил)-амин (XVIII) получают в вышеописанных условиях из 6,5 г (0,025 г-мол), 3-м-ксилилбутил-N,N-ди-(2-гидроксиэтил)-амина (XI), 8,75 г (0,074 г-мол) хлористого тионила и 100 мл бензола. Продолжительность реакции 2 часа, температура 65—67°. Трижды перекристаллизованный из смеси бензола и ацетона (5 : 1) продукт имеет т. пл. 145—146°.

Солянокислый 3-п-ксилилбутил-N,N-ди-(2-хлорэтил)-амин (XIX). К раствору 4 г (0,015 г-мол) 3-п-ксилилбутил-N,N-ди-(2-гидроксиэтил)-амина (XII) в 25 мл бензола добавляют раствор 5,4 г

(0,045 г-мол) хлористого тионила в 25 мл бензола. Продолжительность реакции 2 часа, температура 70°. Продукт, перекристаллизованный из смеси бензола и ацетона (5 : 1), имеет т. пл. 138—139°.

Солянокислый 3-(4'-этилфенил)-бутил-N,N-ди-(2-хлорэтил)-амин (XX). Смесь 6 г (0,023 г-мол) 3-(4'-этилфенил)-бутил-N,N-ди-(2-гидроксиэтил)-амина (XIII) и 8,0 г (0,067 г-мол) хлористого тионила нагревают в среде бензола (100 мл) в течение 3 часов при 40—50°. Сырой продукт тщательно промывают эфиром, растворяют в бензоле и обесцвечивают активированным углем при слабом нагревании в течение 30 минут. Многократной кристаллизацией из бензола выделяют белое гигроскопичное кристаллическое вещество с т. пл. 69—70°.

Солянокислый 3-(4'-изопропилфенил)-бутил-N,N-ди-(2-хлорэтил)-амин (XXI) получают из 3 г (0,011 г-мол) 3-(4'-изопропилфенил)-бутил-N,N-ди-(2-гидроксиэтил)-амина (XIV), 4 г (0,033 г-мол) хлористого тионила и 50 мл бензола в условиях, аналогичных описанным в предыдущем опыте. Продолжительность реакции 2,5 часа при 40—45°. Трижды перекристаллизованный из бензола продукт представляет собой белое гигроскопичное кристаллическое вещество с т. пл. 74—75°.

Выводы

На основе ранее синтезированных нами 3-арилбутанолов впервые получены и охарактеризованы семь арилалкил-N,N-ди-(2-хлорэтил)-аминов, заслуживающих интерес в качестве структурных аналогов, применяемых в настоящее время в медицинской практике противоопухолевых препаратов типа эмбитола.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физической и
органической химии

(Поступило в редакцию 17.6.1965)

ბიზი

რ. ლალიძე, ბ. ღვალისვილი, რ. ახვლედიანი

კობენციური ანტიკანცეროგენული ნივთიერებების სინთეზი
ზოგიერთი არილალკანოლების ბაზაზე

რეზიუმე

აფეთისებრიანი სიმსივნეების სამკურნალოდ ხმარებულ მრავალრიცხოვან ქიმიოთერაპიულ საშუალებებს შორის თეიანთი გავრცელებით და პრაქტიკული შედეგების მნიშვნელობით განსაკუთრებული ადგილი უკავიათ ე. წ. მაალკილირებელ ნივთიერებებს. ამ მხრივ უკანასკნელ ხანებში გავრცეულ ყურადღებას იმსახურებენ „ემბიტოლის“ ტიპის R — N,N-დი-(2-ქლორეთილ)-ამინები, რომლებშიაც R-ის სახით გამოყენებულია სხვადასხვა ირილალკანები.

წინამდებარე შრომაში ჩვენს მიერ განხორციელებულია აღნიშნული ტიპის შვიდი ნაერთის სინთეზი. სინთეზირებულია აგრეთვე მათ მისაღებად საჭირო გამოსავალი და შუალედური პროდუქტები შესაბამისი N, N-დი-(2-ჰიდროქსი-ეთილ)-ამინების და ბრომიდების სახით.

დასოფიებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. Ф. Ларионов. Химиотерапия злокачественных опухолей. М., 1962, 241.
2. А. Б. Рапи и К. А. Корнев. Синтез некоторых жирно-ароматических хлоралкиламинов. Украинский химический журнал, XXIII, 5, 1954, 737.
3. Е. И. Хомченковский, К. И. Карпавичус. Современное состояние проблемы химиотерапии рака. Журнал Всесоюзного химического общества, 8, 4, 1963, 424.
4. Р. М. Лагидзе. Об алкилировании бензола диацетатом 1,3-бутилен-гликоля и триацетатом-2, 4, 6-гексантиола. ДАН СССР, 77, 6, 1951, 1023.
5. Р. М. Лагидзе и Б. С. Поцхверашвили. Реакции конденсации диацетата 1,3 и 1,4-бутандиолов с бензолом и толуолом в присутствии безводного хлористого алюминия. Сообщения АН ГССР, 8, 1953, 474.
6. Р. М. Лагидзе и Б. С. Поцхверашвили. Реакции алкилирования этил-бензола, о-ксилола и фенола диацетатами 1,3 и 1,4-бутандиолов в присутствии безводного $AlCl_3$. Сообщения АН ГССР, 19, 6, 1957, 685.
7. Р. Лагидзе, А. Хускиваძე, К. Кикаჩეიშვილი и др. Синтез ароматно-алифатных сложных и простых эфиров. Труды Грузинского института субтропического хозяйства, VII—VIII, 1963, 241.
8. Р. М. Лагидзе и Б. С. Поцхверашвили. Реакции алкилирования кумола диацетатами 1,3 и 1,4-бутандиолов в присутствии безводного $AlCl_3$. Сообщения АН ГССР, 19, 4, 1957, 429.
9. A. Benitez, L. O. Ross, L. Goodman and B. R. Baker. Potential anti-cancer agents XXXVII Alkylating agents derived from 5-aminouracil. J. Am. chem. Soc., 5, 1960, 4587.
10. W. E. Haory and H. N. Rydon. The chemistry of 2-chloroalkylamines. Part I. Preparation and General Reaktionen. J. chem. Soc., 1947, 513.

ХИМИЯ

Г. В. ЦИЦАДЗЕ, В. В. СКОПЕНКО, А. Е. ШВЕЛАШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ПОРОШКА НЕКОТОРЫХ
СЕЛЕНОЦИАНАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЦИНКА
И КАДМИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. И. Эристави 12.6.1965)

Работы по изучению строения комплексов с селеноцианатогруппой (SeCN), являющейся ближайшим аналогом тиоцианатогруппы (роданогруппы SCN), до недавнего времени не проводились. Это объясняется сравнительной неустойчивостью селеноцианатных групп, препятствующей, например, получению селеноцианатных комплексов переходных элементов при проведении реакции в водных растворах. Однако за последние годы как в Советском Союзе, так и за рубежом были найдены методы синтеза комплексных селеноцианатов. Значительный вклад в развитие химии комплексных селеноцианатных соединений внесли А. М. Голуб и сотрудники Киевского государственного университета. В результате было получено довольно много соединений этого класса.

Следует указать, что большинство селеноцианатных комплексов не дает монокристаллов, достаточно крупных для применения монокристалльных методов рентгеноструктурного анализа. Поэтому первая стадия кристаллохимического изучения соединений этого класса может проводиться лишь методом Дебая (методом порошка).

Задачи такого рентгеноструктурного исследования заключаются в следующем: выяснить, является ли исследуемое вещество кристаллическим, определить соединения, дающие сходные или существенно различные дебаэграммы (при аналогии состава), и тем самым решить вопрос об изоструктурности или неизоструктурности этих соединений, найти параметры решетки (там, где это возможно), установить причины структурных особенностей различных соединений с группами XCN (где $\text{X}=\text{S}$ или Se) и провести сравнительное кристаллохимическое исследование.

Решение перечисленных вопросов является очень ценным с точки зрения применения линейных XCN -групп в качестве своего рода индикатора для стереохимических характеристик в комплексных соединениях металлов комплексообразователей. Очевидно, что при аналогии состава комплексов, содержащих XCN -группы, их изоструктурность означает ана-

логичность способа присоединения XCN-групп к металлам и координационного полиэдра переходных металлов. Так, например, в работе [1] методом порошка была доказана изоструктурность комплексов $\text{Co}[\text{Hg}(\text{SeCN})_4]$ и $\text{Co}[\text{Hg}(\text{SCN})_4]$. По паттерсоновским проекциям авторы работы [1] пришли к выводу, что координирование групп XCN в обоих случаях происходит через атом X (межатомные расстояния $\text{Hg}-\text{S}=2,5$, а $\text{Hg}-\text{Se}=2,7\text{\AA}$). Помимо выяснения способа присоединения XCN-групп к металлам, в работе [1] сделан вывод о координационных формах Co и Hg, так как структура роданидной соли расшифрована довольно точно. Co и Hg имеют тетраэдрическое окружение: XCN-группа с Co связывается через N, а с Hg—через Se (XCN-группы выполняют мостиковые функции).

К вопросу изоструктурности $\text{Co}[\text{Hg}(\text{SeCN})_4]$ и $\text{Co}[\text{Hg}(\text{SCN})_4]$ еще раз вернулись авторы работы [2], которые подтвердили эксперименты предыдущих авторов и провели дополнительно исследование некоторых комплексов Co (II), содержащих XCN-группы, методом порошка. Была доказана аналогичность способа присоединения XCN-групп к Co (II) и строения следующих комплексов: $[(\text{CH}_3)_4\text{N}]_2[\text{Co}(\text{NCX})_4]$, $[\text{Co}(\text{C}_6\text{H}_5\text{N})_4(\text{NCX})_2]^{(1)}$, $[(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{P}]_2[\text{Co}(\text{NCX})_4]$, $[(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{PO}]_2\text{Co}(\text{NCX})_2$.

Одинаковый способ координирования XCN-групп с металлами-комплексообразователями в соединениях AgXCN , $\text{K}_2[\text{Hg}(\text{XCN})_4]$, $\text{K}_2[\text{Pt}(\text{XCN})_4]$, $[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_4]_2[\text{Co}(\text{NCX})_4]$, $[\text{AsPh}_4]_2[\text{Co}(\text{NCX})_4]$ (где Ph—фенил), $\text{Co}[\text{Hg}(\text{XCN})_4]$ и др. на основе ИК-спектров поглощения найден в работе [4]. Подобная картина ИК-спектров поглощения селеноцианатных и тиоцианатных комплексов дала возможность авторам сделать заключение об аналогичном строении соединений.

Сравнительно полное исследование строения комплексов на основе рентгеноструктурного и ИК-спектрального методов было проведено для соединений $\{\text{M}[\text{HCON}(\text{CH}_3)_2]_4(\text{NCX})_2\}$, где $\text{M} = \text{Mn}$, Co и Ni и $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{XCN})_2$ [5]. Показано, что в комплексах $\{\text{M}[\text{HCON}(\text{CH}_3)_2]_4(\text{NCX})_2\}$ молекулы диметилформамида к Ni присоединяются через атом кислорода, а XCN-группы—через азот (соединения принадлежат к числу изоселеноцианатных). По порошкограммам удалось показать, что роданидная и селеноцианатная соли изоструктурны. (Кристаллическая структура $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{SCN})_2$ расшифрована М. А. Порай-Кошицем [6]).

В настоящей работе даются результаты исследования методом порошка комплексных селеноцианатов цинка и кадмия



и



(О синтезе этих комплексов см. в работе [8]).

⁽¹⁾ Кристаллическая структура $[\text{Co}(\text{C}_6\text{H}_5\text{N})_4(\text{NCS})_2]$ расшифрована М. А. Порай-Кошицем и А. С. Андцишкниной [3].

Экспериментальная часть

Основные характеристики условий работы были следующие. Использовался рентгеновский аппарат УРС-55а (напряжение 35 кв при силе тока в рентгеновской трубке 14 ма). Источником рентгеновых лучей служила двухоконная трубка БСВ-2 с медным анодом. Длинны волны характеристического излучения К-серии

для медного анода принимались $\lambda_{2,1,2} = 1,54$ и $\lambda_3 = 1,59$ Å. Камера Дебая имела расчетный диаметр пленкодержателя 57,3 мм. Столбик порошка готовили из стеклянного капилляра с внутренним диаметром 0,8 мм и длиной 8—10 мм и с помощью воска укрепляли непосредственно в центре камеры. Измерение порошкограмм производилось логарифмической линейкой, относительные интенсивности линий оценивались на глаз по 10-балльной шкале.

Фотопленки в камере Дебая закладывались асимметричным способом. Съемку производили 2—3 раза с подбором экспозиции. В процессе работы учитывались погрешности, связан-

ные с измерением расстояний между симметричными линиями на рентгенограмме порошка и вводились поправки на эффективный радиус камеры, на поглощение рентгеновых лучей образцом и на эксцентриситете, как описано в работе [7].

Результаты расшифровки порошкограмм соединений I и II даются в табл. 1 и 2.

Обсуждение результатов

Соединение I кристаллизуется в виде моногидрата $Zn[Hg(SeCN)_4] \cdot H_2O$. Рентгенографическое исследование высушенной при температуре $\sim 100^\circ C$ соли и моногидрата показало, что при удалении молекулы воды индиви-

Таблица 1
Результаты рентгенографического анализа
 $Zn[Hg(SeCN)_4]$

№ п/п	hkl	$Zn[Hg(SeCN)_4]$		$Co[Hg(SeCN)_4]$ по [2]	
		J	d, Å	J	d, Å
1	200; 020	—	—	Оч. сил.	5,65
2	101; 011	4	4,35	Сил.	4,32
3	220	6	4,02	Сил.	4,00
4	211; 121	10	3,43	Оч. сил.	3,43
5	301; 031	8	2,94	Сил.	2,94
6	300	6	2,62	Сред.	2,66
7	321; 231	5	2,59	Сил.	2,60
8	420; 240	6	2,52	Сил.	2,53
9	112	4	2,26	Сил.	2,24
10	421; 241	3	2,20	Слаб.	2,22
11	202; 022	2	2,18	Слаб.	2,16
12	431; 341; 501; 051	6	2,02	Сред.	2,04
13	302; 032;	9	1,98	Слаб.	2,00
14	440				
15	530; 350	7	1,92	—	—
16	620; 260	5	1,78	—	—
17	710; 170; 550	5	1,54	—	—
18	532; 342; 213; 123	3	1,47	—	—

дуальность структуры сохраняется. В табл. 1 приведены результаты расшифровки порошкограммы только безводной соли. Рентгенограмму удалось проиндексировать в предположении тетрагональной сингонии (ф. гр. $J 4-S_2^2$), к которой относится кобальтовый аналог $Co[Hg(SeCN)_4]$. Параметры элементарной ячейки цинковой соли: $a=11,2$, $c=4,6 \text{ \AA}$, а кобальтовой: $a=11,29$, $c=4,67 \text{ \AA}$ [2]. Даже формальное сопоставление параметров элементарных ячеек, относительных интенсивностей и межплоскостных расстояний показывает, что эти соединения явно изоструктурны. Главным выводом из сказанного является то, что Zn, Co и Hg имеют тетраэдрические окружения, причем SeCN-группы к Zn присоединяются через азот, с к Hg—через селен. Осуществление мостиковой функции SeCN-групп в $Zn[Hg(SeCN)_4]$ подтверждается и ИК спектрами поглощения [8].

Изоструктурность комплексов цинка и кобальта наблюдается и для соединений $M_2 [Zn(NCS)_4] \cdot 3 H_2O$ и $M_2 [Co(NCS)_4] \cdot 3 H_2O$, где $M=Zn$ и Co [9, 10]. В этих комплексах Zn и Co имеют одинаковые координационные полиэдры (тетраэдр) и способы присоединения SCN-групп к комплекссообразователям (через атом азота).

Из вышеизложенного вытекает еще один важный вывод: комплекс $Zn[Hg(SCN)_4]$ может занимать свое место в изоморфном ряду $Co[Hg(SCN)_4]$ — $Co[Hg(SeCN)_4]$ — $Zn[Hg(SCN)_4]$ — $Zn[Hg(SeCN)_4]$.

Из исследования комплекса II методом порошка (см. табл. 2) показало, что результаты расшифровки порошкограмм существенно отличаются от порошкограмм $Zn[Hg(SeCN)_4]$, т. е. комплексы I и II неизоструктурны. Так как исследуемые комплексы отличаются „внешнесферными“ катионами в I Zn и во II Cd, то причину различия в строении

Таблица 2
Результаты рентгенографического анализа $Cd[Hg(SeCN)_4]$

№ п/п	J	d, Å
1	2*	4,39
2	5	4,03
3	2*	3,69
4	5	3,40
5	2	3,20
6	4	2,96
7	5	2,72
8	10	2,58
9	5	2,37
10	10	2,06
11	10	1,92
12	4	1,76
13	3	1,65
14	9	1,64
15	3	1,57
16	4	1,49
17	5	1,45
18	7	1,41
19	7	1,38
20	4	1,31
21	8	1,27
22	1	1,26
23	3	1,22
24	2	1,19
25	5	1,17
26	3	1,14
27	2	1,13
28	5	1,09
29	2	1,08
30	4	1,07
31	2	1,05
32	4	0,94
33	4	0,93
34	4	0,92
35	6	0,82
36	5	0,82

* Широкая линия.

Исследование комплекса II методом порошка (см. табл. 2) показало, что результаты расшифровки порошкограмм существенно отличаются от порошкограмм $Zn[Hg(SeCN)_4]$, т. е. комплексы I и II неизоструктурны. Так как исследуемые комплексы отличаются „внешнесферными“ катионами в I Zn и во II Cd, то причину различия в строении

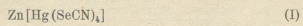


нужно искать в стереохимической природе этих металлов. Координационным многогранником в кристаллах комплекса $Zn[Hg(SeCN)_4]$ для цинка является тетраэдр (соединение изоструктурно с $Co[Hg(SeCN)_4]$, где Co имеет тетраэдрическое строение), а в кристаллах комплекса $Cd[Hg(SeCN)_4]$, поскольку он неизоструктурен к аналогичной кобальтовой соли, Cd , видимо, имеет иной координационный многогранник, скорее всего, октаэдр. Возможно, это объясняется тем, что стремление к октаэдрическому строению в исследуемых комплексах у Cd больше, чем у Zn .

По данным ИК-спектров поглощения [8], в соединении II SeCN-группы выполняют мостиковые функции. Известно, что для Hg характерно координирование SeCN-группы через Se. А если это так, то координационный многогранник Cd составлен азотами от группы SeCN. Но без детального рентгеноструктурного исследования окончательно сказать что-либо определенное очень трудно. Это относится, по-видимому, в равной мере и к комплексу $Cd[Hg(SCN)_4]$, структура которого также не исследована.

Выводы

1. Проведено рентгенографическое исследование двух селеноцианатных комплексов



и



2. Показано, что соединение I изоструктурно с аналогичным комплексом $Co[Hg(SeCN)_4]$, а соединение II дает иную структуру.

3. На основе рентгенографических и ИК-спектральных данных сделано предположение об осуществлении мостиковой функции SeCN-группы в соединениях I и II.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

Киевский государственный университет
им. Т. Г. Шевченко

(Поступило в редакцию 12.6.1965)

3030A

ბ. ციციანი, ვ. სკოპანო, ა. ზვილაშვილი

თუთიისა და კადმიუმის ზოგიერთი კომპლექსური
სელენოციანატების ბამოკლევა ფხვნილის
მეთოდით

რ ე ხ ი უ მ ე

ფხვნილის მეთოდის გამოყენებით შესწავლილია თუთიისა და კადმიუმის კომპლექსნაერთები $Zn[Hg(SeCN)_4]$ (I) და $Cd[Hg(SeCN)_4]$ (II). დამ-

ტკიცებულ იქნა, რომ I ნაერთი იზოსტრუქტურულია ანალოგიური კობალტის კომპლექსისა, II კი—I-საგან განსხვავებულ სტრუქტურას იძლევა.

რენტგენოგრაფიული და ინფრაწითელი სპექტრების მონაცემების საფუძველზე გაკეთებულ იქნა დასკვნა, რომ I და II ნაერთებში SeCN-ჯგუფები ხიდურ ბმებს იძლევა.

დაბოვნებისათვის ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. E. Frasson, A. Turco, C. Ponattoni. Carattere di legando bidentato del gruppo SeCN, Gazz. Chim. Itall., vol. 91, 6—7, 1961, 755.
2. F. Cotton, D. Godgame, M. Godgame, T. Hass. Selenocyanate complexes of Cobalt (II). Inorg. Chem., vol. 1, 3, 1962, 565.
3. М. А. Порай-Кошиц, А. С. Анцышкина. Рентгеноструктурное исследование соединений Ni II и Co II типа Me II A₄X₂. III. Структура кристаллов динизороданотетрапиридин-никеля и динизороданотетрапиридин-кобальта. Кристаллография, 3, 6, 1958, 687.
4. C. Pencile, A. Turco, G. Pissolotto. Spettri infrarossi dei selenocianati inorganici. Ricerca Scient, 2, 1, № 2, 247, 1961.
5. Г. В. Цинцадзе. Кристаллохимическое исследование тиоцианатных и селеноцианатных соединений некоторых переходных элементов. Автореферат, Тбилиси, 1965.
6. М. А. Порай-Кошиц. Структурные мотивы кристаллов некоторых роданидных соединений двухвалентных никеля и меди. Журнал структурной химии, 4, 4, 1963, 584.
7. Г. Б. Сокий, М. А. Порай-Кошиц. Рентгеноструктурный анализ, I. Изд. МГУ, М., 1964.
8. Ю. Я. Харитонов, В. В. Скопенко. Инфракрасные спектры поглощения неорганических селеноцианатов. Журнал неорганической химии, 10, 8, 1965, 1803.
9. Г. С. Жданов, З. В. Звонкова. Кристаллическое строение роданидов, II. Кристаллическая структура тетрородано-кобальтата калия, 24, 11, 1950, 1339.
10. З. В. Звонкова, А. Н. Родионов, З. П. Поветьева. О роли водородных связей в структурах кристаллогидратов комплексных роданидов металлов. Кристаллография, 8, 2, 1963, 275.



М. М. ЗААЛИШВИЛИ, Н. А. ГАЧЕЧИЛАДЗЕ

К ВОПРОСУ О ВЫДЕЛЕНИИ ПРЕПАРАТОВ ЧИСТЫХ ЯДЕР И МИОФИБРИЛЛ ИЗ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 5.11.1965)

Миозин и актомиозин являются чрезвычайно сильными адсорбентами не только низкомолекулярных, но и высокомолекулярных веществ мышечного волокна. В частности, они адсорбируют белки саркоплазмы и белки, высвобождаемые в результате изменения структурных компонентов клетки, что неминуемо при экстракции мышечной кашицы солевыми растворами высокой ионной силы. По-видимому, этим и обусловлено содержание $\approx 15\%$ адсорбированного белка немиеозиновой природы в обычном препарате миозина поперечнополосатой мышцы [1]. Белки эти представляют собой смесь разных ферментов (дезаминазы адеиноловой кислоты, холинэстеразы, миокиназы и т. д.). Стандартный препарат миозина скелетной мышцы кролика содержит рибонуклеопротеидную функцию [2]. Неизбежно, очевидно, и переход во фракцию миозина и актомиозина нуклеопротеида ядер, растворимость которого близка к растворимости белков миофибрилл [3]. Фракция миофибрилярных белков гладкой мышцы, особенно мышцы матки, содержит значительную примесь нуклеопротеидов и нуклеиновых кислот [4, 5]. Количество их может существенно колебаться с изменением физиологического состояния мышцы [6].

Исходя из изложенного, для предотвращения артефактов целесообразно выработать метод получения миозина А и В из чистых миофибрилл. Методы дифференциального центрифугирования и ультрацентрифугирования в растворе высокой плотности дают возможность отделить друг от друга структурные элементы клетки. Если на сегодняшний день легко осуществимо отделение мышечных фибрилл от саркоплазмы, митохондрий и компонентов саркоплазматического ретикулума, то методами дифференциального центрифугирования выделение препарата чистых ядер из мышечной ткани и особенно полное отделение миофибрилл от ядер — чрезвычайно трудная задача. Обусловлено это тем, что ядра расположены в чрезвычайно тесно переплетенной сети миофибрилл [7].

В 1939 г. Стонбург [8] из сердечной мышцы быка и скелетных мышц кролика, а в 1952 г. Робинсон из мышцы эмбриона цыпленка [3] изолировали ядра методом Даунса. Данный метод основан на применении раствора лимонной кислоты (рН 4). Заметим, что рН 4 может вызывать денатурацию как ферментных систем ядер, так и миофибрилл. Вот почему в целях изучения ферментативной активности мышечных ядер и миофибрилл метод этот мало пригоден. По этой же при-

чине безусловно выделение ядер [9] мышечной ткани по модифицированному методу Беренса, основанному на дифференциальном центрифугировании гомогената в неводных растворителях различной плотности (растворителем берется смесь циклогексана и четыреххлористого углерода, плотность которой можно менять в широком диапазоне изменением соотношения между ее компонентами).

Неудивительно, что исследования по ферментативной активности мышечных ядер слишком малочисленны [10, 11]. Первая попытка выделить ядра из скелетных мышц кролика в более мягких условиях центрифугированием гомогената при 15 000 g в 2,2 М растворе сахарозы принадлежит В. А. Рогозкину, Г. П. Федоровой и В. Ф. Машанскому [11]. Однако полученная ими фракция ядер не может быть признана чистой. А это затрудняет однозначное решение вопроса локализации как ферментов, так и синтеза физиологически важных веществ в мышечной клетке. Поэтому выделение чистой фракции мышечных ядер является чрезвычайно актуальной задачей.

Целью настоящего труда является разработка метода количественного разделения миофибрилл и ядер, а также получения препаратов чистых ядер и чистого миозина А и В.

Методика

Чистоту полученных ядер и миофибрилл проверяли под микроскопом МБИ-6 после окрашивания их мазков метиленовой синью. Для электронномикроскопического исследования фракция ядер фиксировалась 2% раствором OSO_4 , приготовленного на трис-буфере pH 7,5, и заливалась в метакрилат по общепринятой методике [12]. Просмотр срезов производился в электронном микроскопе IEM-6с при ускоряющем напряжении 80 кв.

Результаты и их обсуждение

На основе проведенных нами экспериментов установлено, что в 2,2 М растворе сахарозы отделение ядер от миофибрилл возможно лишь посредством продолжительного центрифугирования при 120 000 g.

Предлагаемый нами метод заключается в следующем: кролик убивается декапитацией, быстро вырезается ш. psoas и погружается в воду со льдом. После охлаждения мышца дважды быстро проводится сквозь охлажденную мясорубку. Все дальнейшие процедуры, кроме одной, в случае которой указывается температура, ведутся при 0°. К полученному фаршу добавляется 10 объемов раствора, содержащего 0,32 М сахарозу, $5 \cdot 10^{-3}$ М $MgCl_2$ и 10^{-2} М гистидиновый буфер, pH 7 (раствор для экстракции 1), и фарш измельчается сначала измельчителем тканей Уоринга (5 000 оборотов в минуту) в продолжение 3 минут, а затем — в гомогенизаторе Хагана—Потера—Эльвейема (зазор 0,45 мм) с тefлоновым пестиком в течение 3,5 минуты. Для удаления неразрушенных волокон и комков суспензия быстро процеживается через капроновое сито (100 меш). Полученная суспензия центрифугируется при 600 g в продолжение 15 минут. Осадок вновь суспензируется в 10 объемах раствора для экстракции 1 и центрифугируется при 600 g в продолжение 15 минут. Экстракция осадка повторяется указанным путем еще 5

раз. Этим достигается полное удаление саркоплазмы, компонентов саркоплазматического ретикулума и митохондрий, а в осадке остаются ядра и миофибриллы (рис. 1). В целях разделения ядер и миофибрилл полученный осадок суспензируется в 20 объемах 2,2 М раствора саха-

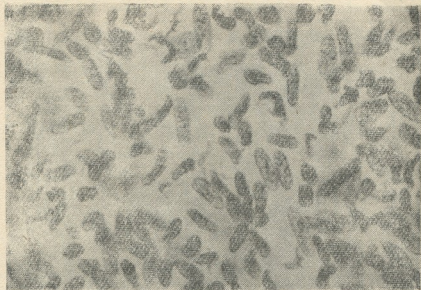


Рис. 1. Фракция миофибрилл и ядер. Увел. 580

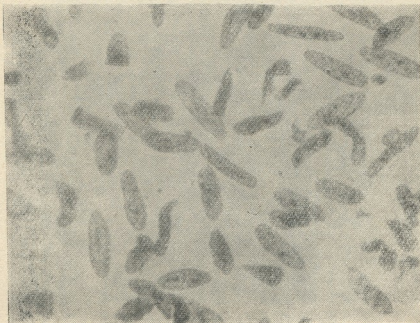


Рис. 2. Фракция ядер. Увел. 810

розы (уд. вес $d=1,28$) и центрифугируется на препаративной ультрацентрифуге VAC=40 при 120 000 g в течение 90 минут. Ввиду того что удельный вес миофибрилл меньше ($d=1,2$), а удельный вес ядер ($d=1,4$) больше плотности сахарозы, миофибриллы флотируют, а ядра осаждаются на дне пробирки.



Рис. 3. Фракция ядер. Увел. 1140.



Рис. 4. Фракция миофибрилл. Увел. 580

Микроскопические снимки мазков ядерных фракций и миофибрилл на рис. 2, 3 и 4 показывают, что нам удалось получить идеаль-но чистые фракции. Ядра, как правило, вытянутой или округлой формы, и в них ясно видны ядрышки. Из электронномикроскопического снимка ультратонкого среза ядра на рис. 5 видно, что при выделении ядер описанным методом полностью сохраняется их морфологическая структура. Ядро ограничено оболочкой, состоящей из двух слоев. На оболочке



Рис. 5. Ультратонкий срез фракции ядер, залитых в метакрилат.
Увел. 32000

ядра ясно заметны поры, а внутри ядра — ядрышки, гранулы и фибриллы. Некоторые гранулы свободно разбросаны в нуклеоплазме, некоторые же связаны с фибриллами. Двойная мембрана ядра в некоторых местах вогнута и образует кармашки (рис. 5).

Для получения миозина А и В миофибриллы собираются и в целях удаления сахарозы дважды промываются взвешиванием в 0,02 М КСl и центрифугированием при 600 g.

Получение миозина А. Миофибриллы экстрагируются тремя объемами раствора, содержащего 0,5 М КСl, 10^{-2} М гистидиновый буфер, рН 7 (раствор для экстракции 2), в течение 10 минут. Нерастворимая часть удаляется центрифугированием при 2600 g. Экстракция производится 2 раза. Затем собирается надосадочная жидкость и из полученного экстракта выделяется миозин разведением 15 объемами ледяной воды. Пересаживание миозина производится 2 раза. Осадок миозина, полученный после двукратного пересаживания, промывается взвешиванием в 0,02 М КСl и снова центрифугируется при 2600 g.

Осадок растворяется в 0,02 М K_2CO_3 содержанием 0,01% фенолфталеина (раствор 3). Этот раствор добавляется до устойчивой светло-розовой окраски (рН 8,3). К полученному раствору белка добавляется равный объем 1,2 М КСl, и смесь разводится при энергичном перемешивании 15 объемами воды комнатной температуры (20°). К воде прибавляется раствор 3 до стабильной светло-розовой окраски. Образующийся осадок удаляется центрифугированием, а светло-розовый центрифугат охлаждается до 0°. Раствор энергично перемешивается и к нему медленно добавляется 1% уксусной кислоты до рН 6,8. Образующийся осадок отделяется центрифугированием при 2600 g и растворяется в равном объеме 1,2 М КСl [13].

Получение миозина В. Миозин В экстрагируется в продолжение 24 часов раствором, содержащим 0,6 М КСl, 0,05 М $NaHCO_3$, 0,05 М трис и 0,02 М глицин (ионная сила равна 0,72, а рН 7,5; раствор 4 [14]). Экстракция производится постоянным перемешиванием автоматической мешалкой. Нерастворимая часть удаляется центрифугированием при 10 000 g, а для удаления белков, растворимых при низкой ионной силе, надосадочная жидкость разводится водой до ионной силы 0,27. Выпавший осадок миозина В центрифугируется при 1400 g в течение 15 минут. Осадок растворяется в растворе содержанием 0,6 М КСl и 0,05 М трис-буфера, рН 7,5 (раствор 5), и для осаждения миозина В раствор разбавляется водой до ионной силы 0,24 [14]. Выпавший осадок центрифугируется при 1400 g и растворяется в равном объеме раствора 5. Для удаления нерастворенных частиц раствор центрифугируется при 1400 g, и из прозрачного центрифугата миозин В осаждается разведением 15 объемами воды. Полученный осадок растворяется равным объемом 1,2 М КСl [14, 15].

Выводы

В 2,2 М растворе сахарозы полное разделение ядер и миофибрилл возможно лишь продолжительным центрифугированием при 120 000 g. При этом ядра полностью сохраняют свойственную им ультраструктуру. Полученная нами фракция ядер характеризуется высокой чистотой



и может быть успешно использована для изучения ферментных систем и метаболизма мышечных ядер. Из фракции чистых миофибрилл получены препараты миозина А и В.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии

(Поступило в редакцию 5 11.1965)

ბიოქიმიკა

მ. ზაალიშვილი, ნ. ბანიჩილაძე

ჩონჩხის კუნთებიდან სუფთა ბირთვებისა და მიოფიბრილების
პრეპარატების გამოყოფის საკითხისათვის

რეზიუმე

ბირთვების და მიოფიბრილების სრული გაყოფა შესაძლებელია 2,2 M სპაროზის ხსნარში ($d=1,28$), ულტრაცენტრიფუგირებით (120.000 გ). ამ დროს ბირთვები მთლიანად ინარჩუნებენ მათთვის დამახასიათებელ ულტრასტრუქტურას. მიღებული ბირთვების ფრაქცია არის სუფთა და ის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს კუნთის ბირთვების მეტაბოლიზმისა და ფერმენტული სისტემის შესასწავლად. სუფთა მიოფიბრილების ფრაქციიდან მიღებულია მიოზინი A და B.

დასოფიგებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. S. V. Perry. The biochemistry of muscle. Ann. Rev. Biochem., 30, 1961, 473.
2. S. V. Perry. The chromatography of L. myosin on Diethylaminoethylcellulose. Biochem. J., 74, 1960, 94.
3. D. S. Robinson. Changes in the nucleoprotein content of chick muscle during development. Biochem. J., 52, 1952, 628.
4. А. Д. Браун и Н. И. Минович. О сократительном белке мышцы матки. Вопросы мед. химии, 2, 1956, 188.
5. D. Needham and Caukwell. Some properties of the Actomyosin-like Protein of the Uterus. Biochem. J., 63, 1956, 337.
6. D. Needham and Caukwell. Uterus Actomyosin. Biochem. J., 68, 1958.
7. С. Перри. Взаимоотношения между химическими и сократительными свойствами клеток скелетных мышц и их структурой. Современные проблемы биохимии. Сб. статей под ред. В. А. Энгельгардта, 41, М., 1957, 161.
8. C. M. Stoneburg. Lipids of the cell nuclei. J. Biol. Chem., 129, 1939, 189.
9. V. Allfrey, H. Stern, A. E. Mizsky and H. Saetren. The isolation of cell nuclei in nonaqueous media. J. gen. Physiol., 35, 1952, 529.
10. H. Stern, V. Allfrey, A. E. Mizsky and H. Saetren. Some enzymes of isolated nuclei. J. gen. Physiol., 35, 1952, 559.

11. В. А. Rogozkin, Г. П. Федорова и В. Ф. Машанский. Ферментативный синтез никотинамиддинуклеотида в изолированных ядрах скелетных мышц. Вопросы мед. химии, 10, 1964, 546.
12. В. И. Бирюзова и др. Электронномикроскопические методы исследования биологических объектов. М., Изд. АН СССР, 1963.
13. А. Сент-Дьердьи. О мышечной деятельности. М., Медгиз, 1947.
14. J. C. Rüegg. On the tropomyosin-paramyosin system in relation to the viscous tone of lamellibranch "catch" muscle. Proc. Roy. Soc., B, 154, 1961, 224.
15. М. М. Заалишвили и Г. В. Микадзе. Некоторые вопросы механохимии гладкой мышцы. Биохимия, 29, 1964, 801.



ФАРМАКОХИМИЯ

В. Ю. ВАЧНАДЗЕ

К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ МЕХАНИЗМА СОРБЦИИ ПОЛИФЕНОЛОВ
ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ КОФЕИНА ПОЛИМЕРИЗАЦИОННЫМИ
АНИОНООБМЕННЫМИ СМОЛАМИ

(Представлено академиком В. С. Асатиани 14.9.1965)

На основе ряда исследований [1—4], проведенных за последнее время, установлено, что синтетические ионообменные смолы могут быть успешно применены для выделения и очистки различных природных органических соединений, представляющих собой молекулы больших размеров.

Однако в литературе имеется очень мало сведений, касающихся сорбции полифенолов полимеризационными анионообменными смолами в присутствии органического основания. Между тем, эти сведения весьма полезны не только с точки зрения изучения механизма процесса сорбции полифенолов, но и с точки зрения использования полимеризационных анионообменных смол для очистки алкалоидов и органических оснований от сопутствующих им в водных растворах органических примесей как в производственных условиях, так и в лаборатории.

Целью настоящего исследования являлось изучение механизма сорбции полифенолов из водных растворов кофеина полимеризационными анионообменными смолами. На основании этого изучения был разработан и предложен новый способ очистки водных растворов кофеина [5] (1).

Исследования проводились в статических условиях с использованием анионообменных полимеризационных смол отечественного производства, содержащих как группу пиридина, так и замещенные амины в качестве фиксированных групп, например АН-23 (4% ДВБ), АН-25, АН-18, АВ-27, АВ-17-6М, АВ-17 (2, 4, 6%).

Поскольку исследуемые объекты имели окраску, то за сорбцией полифенолов следили не только по разности концентрации полифенолов в исходном растворе вначале и в момент установления в системе равновесия, но и по изменению коэффициента пропускания во внешнем растворе (τ %). Когда коэффициент пропускания достигал величины, равной 100%, считали, что водные растворы кофеина полностью очищены от примеси полифенолов, тем более что концентрация полифенолов во внешнем растворе равнялась при этом нулю.

(1 Полифенолы в водных растворах кофеина были представлены двумя группами соединений: кофейной кислотой и продуктом конденсации дикатехина и аминокислоты.

Как показали исследования, сорбция полифенолов из водных растворов кофеина указанными выше типами полимеризационных смол в гидроксильной форме происходит неравномерно. В частности, совершенно не проявили способности к поглощению полифенолов пиридинсодержащие смолы АН-23 (4% ДВБ) и АН-25.

Согласно данным тех же исследований, СОЕ по органическому иону в момент равновесия при $\tau = 100\%$ оставалось намного ниже СОЕ по неорганическому иону (табл. 1).

Таблица 1
 Сорбция полифенолов гидроксильной формой полимеризационных анионитов из водных растворов кофеина (равновесие при $\tau = 100\%$)

Марка ионита	% ДВБ	СОЕ по Cl^- -иону, мг-экв/г	СОЕ по органическому иону в пересчете на Cl^- -ион, мг-экв/г
АН-18	—	3,25	1,95
АВ-27	—	4,80	3,20
АВ-17-6М	—	4,50	3,00
АВ-17	2	4,45	4,10
АВ-17	4	4,50	4,00
АВ-17	6	4,55	3,95

При сопоставлении данных статической обменной емкости по органическому иону для анионита АВ-17 с различной степенью сшивки очевидно, что величина СОЕ зависит не только от основности смолы, но и от содержания в ней кросс-агента (ДВБ). Увеличение содержания ДВБ, до 6% приводило хотя и к небольшому, но все же к снижению СОЕ по органическому иону в момент равновесия при $\tau = 100\%$.

На основании указанных данных можно полагать, что наблюдаемая закономерность будет иметь место и при сшитости смолы выше 6%.

Как следует из тех же данных, независимо от типа смолы, ее основности и степени уплотненности момент равновесия при $\tau = 100\%$ (полное обесцвечивание) соответствует установлению в системе анионит—раствор ложноравновесного состояния, что, как известно, характерно для процессов сорбции крупных органических ионов.

Исследование сорбции полифенолов из водных растворов кофеина полимеризационными анионитами в карбонатной и хлорформах показало, что хлорформа проявляет избирательность по отношению к поглощаемым полифенолам. В результате молекулярно адсорбируются только продукты конденсации дикатехина, а во внешнем растворе остается, помимо кофеина, кофейная кислота.

Изучением вопроса влияния рН и концентрации минеральной кислоты на полноту поглощения полифенолов из водных растворов гидроксильной формой полимеризационных анионитов установлено, что оба фактора отрицательно сказываются на величине $\tau\%$ в момент равновесия (табл. 2).

Как показывают экспериментальные данные, «пороговая» концентрация минеральной кислоты, влияющей на равновесие в системе анионит—водный раствор кофеина зависит от основности смолы и содержа-

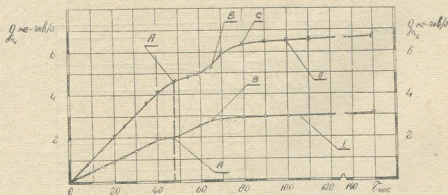
ния кросс-агента в ней. Так, для анионита АН-18 «пороговая» концентрация минеральной кислоты, влияющей на величину коэффициента пропускания в момент равновесия, лежит в пределах 0,003 н., а для смолы АВ-17 с 6% ДВБ—в пределах 0,005 н.

Таблица 2

Влияние pH и концентрации H_2SO_4 на величину τ % в момент равновесия

Марка ионита	% ДВБ	Величина τ %															
		при pH										при $C_{H_2SO_4}$ (н)					
		4	5	6	7	8	9	10	11	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008
АН-18	—	100	100	100	100	74	55	50	47	80	65	55	55	55	55	55	55
АВ-17	2	100	100	100	100	100	94	70	55	87	76	68	62	60	60	60	60
АВ-17	4	100	100	100	100	100	98	77	59	88	79	71	65	62	62	62	62
АВ-17	6	100	100	100	100	100	100	93	63	90	80	73	67	64	64	64	64

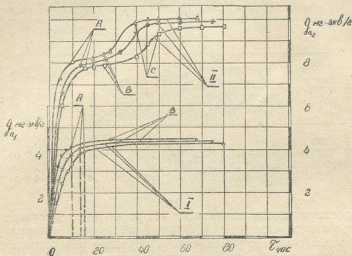
Что касается влияния начального pH во внешнем растворе на сорбцию полифенолов гидроксильной формой полимеризационных анионитов, то в данном случае с увеличением pH выше нейтрального степень очистки водных растворов кофеина, контролируемая по величине коэффициента пропускания в момент равновесия, падает. Причем если для слабоосновного анионита указанный предел лежит сразу после pH 7, то для сильноосновных анионитов он смещается в область более высоких показаний, порядка 9—10.



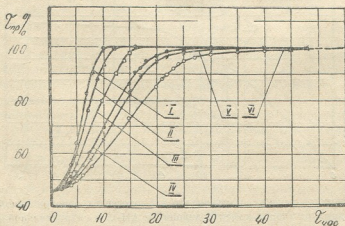
Фиг. 1. Взаимное влияние полифенолов в процессе их одновременной сорбции из водных растворов кофеина анионитом АН-18 в гидроксильной форме: G_d — титруемая общая кислотность в мг-экв, G_p — титруемая общая сумма полифенолов по Левенталю в мг-экв, τ — время в часах

Следует отметить, что в данном случае для сорбции полифенолов отмечается та же закономерность, что и для сорбции оксикарбоновых кислот гидроксильной формой анионообменных смол [6].

Особый интерес представляли исследования механизма процесса одновременной сорбции полифенолов из водных растворов в присутствии органического иона алкалоида полимеризационными анионитами в гидроксильной форме (фиг. 1, 2).



Фиг. 2. Взаимное влияние полифенолов в процессе их одновременной сорбции из водных растворов кофеина анионитом АВ-17: Sp_1 — титруемая общая кислотность в мг-экв, Sp_2 — титруемая общая сумма полифенолов по Левенталю в мг-экв, τ — время в часах



Фиг. 3. Кинетические кривые скорости обезщелачивания водных растворов кофеина гидроксильной формой полимеризационных анионитов (равновесие при $\tau = 100\%$): I — АВ-17 (2% ДВБ), II — АВ-17 (4% ДВБ), III — АВ-17 (6% ДВБ), IV — АВ-27, V — АВ-17-6М, VI — АН-18

Как видно из представленных графических зависимостей, после установления в системе анионит—раствор ложного равновесия (точки А на фиг. 2, 1) смола способна еще хотя и медленно, но поглощать полифенолы. При этом некоторое время наблюдается почти равномерный рост концентрации обоих типов полифенолов на ионите (участки АЗ кривых I, II на фиг. 1, 2), затем сорбция кофейной кислоты прекращается (точка В), а поглощение продуктов конденсации катехинов продолжает увеличиваться (участок ВС кривой II на фиг. 1, 2), и, наконец, в определенный момент в системе устанавливается истинное равновесие (точки С на фиг. 1, 2).

Контроль в момент равновесия во внешнем растворе титруемой общей суммы полифенолов показал, что количество поглощенных полифенолов намного превышает СОЕ по неорганическому иону.

В литературе описаны случаи, когда органические соединения молекулярно адсорбируются синтетическими ионообменниками в количествах, намного превышающих емкость смолы по неорганическому иону, ввиду химического сродства [7, 8].

На основании вышеизложенного можно полагать, что в случае поглощения конденсированных дикатехинов гидроксильной формой полимеризационных анионитов имеет место частичная молекулярная адсорбция.

Исследование кинетики сорбции полифенолов полимеризационными анионитами из водных растворов кофеина показало, что гидроксильные формы указанных синтетических ионообменников обладают более высокими кинетическими свойствами, чем эти же смолы в карбонатной форме. При этом если с увеличением основности анионита скорость поглощения полифенолов растет, то с увеличением шивки ДВБ в смоле скорость поглощения полифенолов падает (фиг. 3).

Использование в качестве стимулирующего скорость поглощения полифенолов температурного фактора, как показали экспериментальные данные, приводит в процессе сорбции полифенолов гидроксильной формой полимеризационных анионитов к частичному гидролизу продуктов конденсации полифенолов. В результате, хотя скорость сорбции кофейной кислоты и растет, эффект очистки водных растворов кофеина снижается и достичь полного обесцвечивания не удается.

Выводы

На основании исследования процесса сорбции полифенолов из водных растворов кофеина полимеризационными анионитами установлено, что способностью поглощать полифенолы—кислоты и продукты конденсации дикатехинов — обладают полимеризационные аниониты в гидроксильной форме, содержащие в качестве фиксированных групп замещенные амины.

Исследованием механизма сорбции полифенолов показано, что поглощаемые во внешнем слое анионита продукты конденсации дикатехина постепенно ограничивают доступ кофейной кислоты к ионогенным группам смолы, вследствие чего она раньше выходит из участия в реакции обмена.

Скорость поглощения полифенолов из водных растворов кофеина растёт с увеличением основности смолы и падает с ростом кросс-агента в смоле.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт фармакохимии
 Тбилиси

(Поступило в редакцию 14.9.1965)

ფარმაკოქიმიკა

მ. შანიძე

პოლიმერიზაციული იონცვლითი ფისებით კოფეინის წყლიანი ხსნარებისაგან პოლიფენოლების სორბციის მექანიზმის შესწავლის საკითხისათვის

რეზიუმე

გამოკვლევა წარმოებდა სტატიკურ პირობებში სიმამულო წარმოების იონცვლითი პოლიმერიზაციული ფისების გამოყენებით, რომლებიც შეიცავდნენ როგორც პირიდინის ჯგუფს, ისე ჩანაცვლებულ ამინებს ფიქსირებული ჯგუფის მდგომარეობაში.

იონცვლითი პოლიმერული ფისებით კოფეინის წყლიანი ხსნარებისაგან პოლიფენოლების სორბციის პროცესის შესწავლის შედეგად დადგინდა, რომ პოლიმერიზაციული ანიონიტების პიდროქსილური ფორმა ამჟღავნებს პოლიფენოლების — კოფეინის მეჯვისა და დიკატეხინის კონდენსაციის პროდუქტების შთანთქმის უნარს.

პოლიფენოლების სორბციის მექანიზმის გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ანიონიტის გარე ფენიდან შთანთქმული დიკატეხინის კონდენსაციის პროდუქტები თანდათანობით ზღუდავენ კოფეინის მეჯვის შეღწევას ფისების იონოგენურ ჯგუფთან, რის ხარჯზედაც ის აღრე გამოდის გაცვლით რეაქციაში მონაწილეობიდან. კოფეინის წყლიანი ხსნარებისაგან პოლიფენოლების შთანთქმის სიჩქარე იზრდება ფისების ფუნქციონობის გაზრდასთან ერთად და ეცემა ფისებში კოოსაგენტის გაზრდასთან ერთად.

დასოფიშეული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. С. Х. Мушинская, Ю. В. Шостенко. Проблема получения ошйных алкалоидов. В сб.: «Теория и практика шоного обмена», изд. АН КазССР, 1963.
2. А. Ф. Яхонтова, Б. П. Брунс. Выбор оптимального катионита и оптимальных условий получения товарного стрептомицина. В сб.: «Ионообменные сорбенты в промышленности», изд. АН СССР, М., 1961.
3. С. Salmon, T. R. E. Kressman. Ion exchangers in organic and biochemistry. Interscience publishers, New York — London, 1957.
4. Г. С. Белия, Е. Е. Шнейдер. Обесцвечивание сахарных растворов ионитами. Сахарная промышленность, № 7, 1951, 11.
5. В. Ю. Вачнадзе, К. С. Муджири, К. М. Салдадзе. Способ очистки водных растворов кофеина. Авторское свидетельство № 145714, 1962.
6. F. Bryant, B. F. Overell. Biochem. Biophys. Acta, 10, 1953, 476.
7. C. W. Dewies. The adsorption of organic acid molecules and their chromatographic separation on ion exchange resins. J. Chem. Soc., 1681, 1956.
8. S. L. Bafna, K. D. Covindan. Molecular sorption on ion exchange resins. Int. Eng. Chem., 48, 1956, 310.



გეობრახშია

ც. მანისუჩაძე

მდინარე ლიახვის აუზის რელიეფის ტიპები

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ჯავახიშვილმა 22.10.1965)

მდინარე ლიახვის აუზის უმეტესი ნაწილი მდებარეობს კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე, ხოლო მცირე ქვემო ნაწილს უჭირავს შიდა ქართლის ვაკის მონაკვეთი. ინტენსიურად დანაოჭებული მეზოზოური და მესამეული ნალექებით აგებული მთიანი ნაწილი განიცდის აღმავალ მოძრაობას და ხასიათდება უმთავრესად ეროზიით და დენუდაციით; ქართლის ვაკე, რომელიც ჩამოყალიბდა მთათაშორისი ტექტონიკური დებრესიის საფუძველზე, იმყოფება ინტენსიური აკუმულაციის პირობებში. ამასთან დაკავშირებით, ლიახვის აუზის ტერიტორიაზე წარმოდგენილია რელიეფის შემდეგი ტიპები: I. მთა-ხეობიანი (ანუ ეროზიულ-ტექტონიკური) რელიეფი ჭარბი დენუდაციით, II. მთათაშორისი ვაკის რელიეფი ჭარბი აკუმულაციით, III. ვულკანოგენური რელიეფი, IV. ანთროპოგენული რელიეფი.

1. მთა-ხეობიანი ანუ ეროზიულ-ტექტონიკური რელიეფი ჭარბი დენუდაციით

იგი ახასიათებს აუზის დიდ ნაწილს, დაახლოებით 4/5-ს. მთა-ხეობიანი რელიეფისათვის საერთო დამახასიათებელია ნაოჭა სტრუქტურა. მისი ტექტონიკური რეჟიმი გამოიხატება ახევებაში. მას ახასიათებს დიდი ვერტიკალური გავრცელება (840—3800 მ) და ზედაპირის საერთო ამფითეატრისებური ამაღლება ქართლის ვაკიდან მთავარი წყალგამყოფი ქედისაკენ. წინამთების ზონის ნეოტექტონიკური პირობები გამოირჩევა სიწყინარით. აქ აშკარად შეიმჩნევა ეროზიის მორიგეობა აკუმულაციასთან. ჩრდილოეთისაკენ ახევების ამპლიტუდა ჯერ კიდევ ზომიერია ნორმალური ეროზიით, ხოლო მაღალმთიანი ზონაში გაცილებით ინტენსიური ხდება და ეროზია დომინირებულ ხასიათს იღებს. ამასთანავე რელიეფის ფორმირებაში იზრდება ყინვარების როლი.

ტექტონიკური რეჟიმის მსგავსად, პეტროგრაფიული ელემენტების გავრცელებასაც ზონალური ხასიათი აქვს, მაგრამ ამ უკანასკნელში ერთგვარი დისონანსი შეაქვს ვულკანიზმს, რაც იწვევს რელიეფის დამოუკიდებელი ტიპის განვითარებას. ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების ვერტიკალური ცვალებადობა განაპირობებს ეროზიულ-დენუდაციური პროცესების ზონალობასაც.

რელიეფის აღნიშნულ ტიპში გამოვყოფთ შემდეგ ქვეტიპებს:

1) მაღალმთიანი თხემების რელიეფის ქვეტიპი. ტექტონომორფული და გლაციოგენური. იგი წარმოდგენილია ლიახვის აუზის ჩრდილოეთ ნაწილში (მდ. მდ. დიდი და

პატარა ლიახვისა და ფაწას სათავეებში) და უკავია წყალგამყოფთა თხემები 2500—2700 მ ზევით (დვალეთის, რაჭის, კავკასიონისა და გერმუხის ქედებზე). ეს ტერიტორია აგებულია ადვილადშლადი იურული და ცარცული თიხიანი ქვიშაქვებისა და მერგელების ფიქლოვანი ფლიშით. ამიტომაც აქაური ჰიფსომეტრიული მაჩვენებლები (მიუხედავად კავკასიონის დერძულ ნაწილთან სიახლოვისა) შედარებით მცირეა და 2500—3000 მ ფარგლებში მერყეობს. 3000 მ აღემატება ტერიტორიის მცირე ნაწილი (42, 2კვ. კმ) ცალკეული მასივების სახით (გერმუხი, მანგა—ავცახი, ჯამურა, ზეკარა, ქნოლო, ყაღღასანი და სხვა). ფლოშის-სიმძლავრე რამდენიმე ათასი მეტრია. იგი ხასიათდება იზოკლინური ნაოჭებით, რომლებიც სამხრეთისაკენაა გადმოყირავებული. ნაოჭები გართულებულია რღვევებითა და შეცოცებებით.

თხემებისა და ხეობების მიმართულება უმთავრესად ემთხვევა ტექტონიკური სტრუქტურების მიმართულებას (განედური ან საერთო კავკასიური). მდინარეები სათავეს იღებენ 2000—2500 მ ზ. დ. გამოლი ხეობები ფართოა და ადვილად გასასვლელი. იქ, სადაც მდინარეები დიაგონალურად ან გარდიგარდმოდ ჰკვეთენ ანტიკლინებს, ვიწროვდებიან. ციცაბო ფერდობებიანი ქედები დაგვირგვინებულია ვიწრო, დაკბილული და მახვილი თხემებით. უმაღლესი კლდოვანი მასივებით (3000 მ ზევით) ზოგჯერ კარლინგისებური ფორმისაა (გერმუხი, მანგა-ავცახი და სხვა) მათ ფერდობებზე ყინვითი გამოფიტვის შედეგად გროვდება ქვაყრილები. თანამედროვე ყინვარები ძალზე ლოკალური გავრცელებისაა. მეორე ხარისხის ყინვარების ერთი ჯგუფი წარმოდგენილია აუზის დასავლეთ ნაწილში (მდ. ფაწასა და ძომალ-დონის სათავეებში), მეორე ჯგუფი—ალმოსავლეთით (მდ. დ. ლიახვის სათავეებში). დანარჩენი ქედები მოკლებულია თანამედროვე ყინვარებს, რადგან მათი მაღალი ნაწილები ამჟამად ვერ აღწევენ მარადიულ თოვლის საზღვრამდე (3400 მ), თუმცა ახლო წარსულში (როდესაც თოვლის საზღვარი 600—800 მ დაბლა მდებარეობდა) მათ განიცადეს მნიშვნელოვანი გაყინვარება, რაც დასტურდება უხვი მორენული ნალექებით და ტროგული ხეობებით (ბრიტათი—დონი, ცავატი—დონი და სხვა). თუ რელიეფის მოყვანილობისა და მორენული ნალექების გავრცელების მიხედვით ვიმსჯელებთ, აქაური ყინვარები უნდა ყოფილიყო ცირკული, კარული და დაკიდული. ძველი გაყინვარების კვლები ცუდად არის შენახული (ციცაბო კედლისებურად აღმართულ) ფერდობებზე.

ამჟამად 2500—2700 მ ზევით თხემები იმყოფებიან სუბნივალური კლიმატის პირობებში, მზრალობის და ყინვითი მიკროფორმების განვითარებით. გვხვდება ნიადაგის სეზონურ მზრალობასთან დაკავშირებული ფორმები—სხვადასხვა ტიპის ტუფურები, სოლიფლუქციური სარტყლები, დახრის მიმართულებით განვითარებული ყინვითი ნაპრალების დაუხარისხებელი ზოლები და სხვა.

2) ტროგული ხეობების რელიეფის ქვეტიპი. ტროგული ხეობების გენეზისი დაკავშირებულია ყინვარული და მდინარეული ეროზიის ციკლების მორიგეობასთან. ტროგული ხეობები წარმოდგენილია უმთავრესად გვერდითი შემდინარეების ხეობებში (ბრიტათი-დონი, ერმანი-დონი, ცავატი-დონი).

ნი, ყადლასანი-დონი და სხვა). უკანასკნელი გაყინვარების ეპოქაში ყინვართა ბოლოები (როგორც ტროფული ხეობების გავრცელების ქვედა საზღვრებიდან ჩანს) ეშვებოდნენ 1800—2300 მ-მდე ზ. დ.

3) მკვრივ ვულკანოგენურ ქანებზე განვითარებული მთ-ახეობიანი რელიეფის ქვეტიპი. იგი მცირე ტერიტორიაზე არის გავრცელებული აუზის დასავლეთ ნაწილში (მდ. ფაწას აუზი) და განვითარებულია ბაიოსის პორფირიტულ წყებზე, რომელიც აქ ღრმად იძირება უფრო ახალგაზრდა (ცარცული და მესამეული) ნალექების ქვეშ და მხოლოდ ცალკეულ უბნებში შიშვლდება კლდოვანი, ქიუხისმაგვარი შვერილების სახით. კურორტ ჯავის მიდამოებში პორფირიტები ქმნიან ხეობაში ვიწრობებს.

4) საშუალო სიმაღლის (1500—2500 მ) დენუდირებული თხემების რელიეფის ქვეტიპი. ამ ქვეტიპის რელიეფისათვის დამახასიათებელია მერიდიანული ეროზიული ქედები და გამკვეთი ხეობები, უხვად გავრცელებული დენუდაციური, ეროზიული, ეროზიულ-აკუმულაციური და დენუდაციურ-აკუმულაციური ფორმებით. ამ რელიეფის განვითარების საფუძველს წარმოადგენს მძლავრი (1800—2000 მ) მეზოზოური (ცარცული) ნალექები. მხოლოდ სამხრეთ ვიწრო ზოლში არის პალეოგენური ნალექები. ეს უკანასკნელი რთულია ტექტონიკურად, რადგან შეიცოცების ფრონტული ზონაა.

ამრიგად, აღნიშნული რელიეფის გავრცელების ჩრდილო ნაწილში წარმოდგენილია სამხრეთისაკენ გადაყირავებული, რღვევებით გართულებული დიდი ნაოჭები. მათ სამხრეთიდან ესაზღვრება ქვედა მესამეული ნალექების რთული ტექტონიკური სარტყელი. ამ რელიეფის მქონე უბნებისათვის დამახასიათებელია ზედაპირის საერთო დადაბლება სამხრეთისაკენ. ამავე მიმართულებით სიმაღლითი მაჩვენებლები მცირდება 1300—1500 მ-მდე, რასაც რამდენადმე ხელს უწყობს ლითოლოგიური პირობები (ადვილადშლადი მესამეული ნალექები). მდინარეები გარდიგარდმოდ ჰკვეთენ განედურ ან საერთო-კავკასიური მიმართულების ქედებს.

5) წინამთების რელიეფის ქვეტიპი დაბალი, დენუდირებული წყალგამყოფებით. წინამთებს ახასიათებს ინტენსიური ეროზიული დანაწევრება, მეწყერების მაქსიმალური განვითარება, დენუდაციურ-აკუმულაციური ფორმების სიუხვე და კარგად გამოსახული ტერასები. ამ ქვეტიპს მიეკუთვნება კავკასიონის სამხრეთი კალთის წინამთების ზონა და კვერნაის ქედი (დასავლეთი და აღმოსავლეთი კვერნაკები).

წინამთები აგებულია მესამეული და მეოთხეული ნალექებით, რომელთა ლითოლოგიური სხვადასხვაობა განსაზღვრავს მათი რელიეფისა და თანამედროვე გეომორფოლოგიური პროცესების ხასიათს. აქ თითქმის თანაბრად მიმდინარეობს დენუდაცია და აკუმულაცია.

წინამთების ზონა ფართო სარტყლის სახით აკრავს ჩრდილოეთიდან შიდა ქართლის ვაკეს. მისი სიმაღლეები 840—1300 მ ფარგლებში მერყეობს. მაქსიმალური მაჩვენებლები 1500—1600 მ არ აღემატება.

გარდა მეწყრული პროცესებისა, რომლებიც შლიან მდინარეთა ხეობებში ტერასების კვალს, აქ ხშირია ხრამები, განსაკუთრებით შიდა ქართლის ვაკისა-

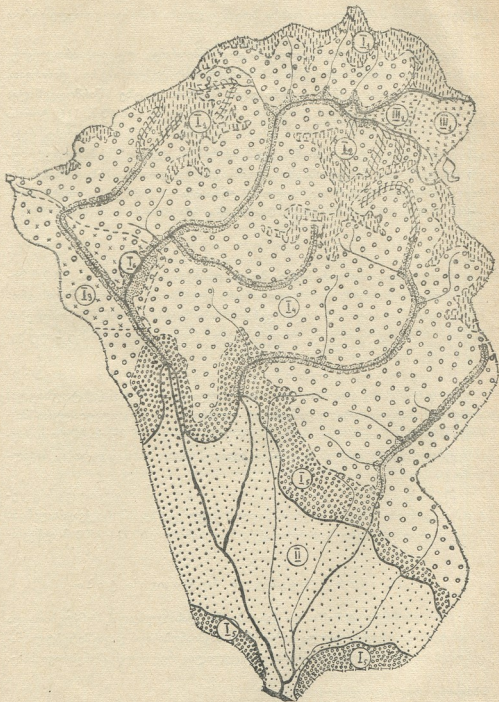
კენ მიქცეულ ფერდობებზე. წინამთებში არის ხუთი ტერასა, რომელთა სიმაღლეები რამდენადმე უახლოვდება მტკვრის ტერასების სიმაღლითი მაჩვენებლებს.

კვერნაყის ქედი წარმოადგენს მტკვრის მარცხენა ნაპირის დაბალი მესამეული ქედების დასავლეთ დაბოლოებას. იგი გაკვეთილია მდ. დ. ლიხვის ხეობით დასავლეთ და აღმოსავლეთ კვერნაყებად. კვერნაყის ქედი შიდა ქართლის ვაკეს გამოპყოფს მტკვრის ხეობისაგან. დასავლეთი კვერნაყი (რუისის პლატო) ამაღლებულია ვაკიდან 100—120 მ, ხოლო მტკვრის ხეობის ძირიდან 170—200 მ-ით. მისი მაქსიმალური სიმაღლეები 810—879 მ-მდეა. ქედის სამხრეთი ფერდობი ციცაბოა, ჩრდილოეთი—შედარებით დამრეცი. თხემური ნაწილი მოსწორებულია მტკვრის მიერ და პლატოს წარმოადგენს. აღმოსავლეთი კვერნაყები ვაკიდან ამაღლებულია 300—400 მ-ით, ხოლო აბსოლუტური სიმაღლით 1000 მ აღემატება. იგი წარმოადგენს ანტიკლინური ნაოქის ჩრდილო ფრთას, რის გამოც ამგებელ ქანთა შრეები დახრილია ჩრდილოეთისაკენ. სამხრეთ კალთაზე გაშიშვლებული შრეთა თავები ფლატეს ქმნიან, ხოლო ჩრდილოეთი კალთა ტერასისებურია და შეუშინველად გადადის შიდა ქართლის ვაკეში. ამგებელი ქანების ნაკლები მდგრადობა განაპირობებს აქ ზედაპირის ინტენსიურ გადარეცხვასა და დახრამევას.

6) მდინარეთა ეროზიული ხეობების ქვეტიბი, ეროზიული და აკუმულაციური პროცესების მორიგეობით. ნეოტექტონიკურ მოძრაობებსა, ამგებელი ქანების ლითოლოგიურ შედგენილობასა და ადგილის ჰიფსომეტრიულ მდებარეობასთან დამოკიდებულებაში მდინარეთა ხეობების ძირის დახრა, წყლის ვარდნა და მდინარის მოქმედება (ეროზია და აკუმულაცია) სხვა და სხვა მონაკვეთზე სხვა და სხვა ეფექტით გამოვლინდება. მაგალითად, მაღალმიან ზონაში (2000 მ ზევით) წამყვანია მდინარის სიღრმითი ეროზია, რის გეომორფოლოგიურ შედეგსაც წარმოადგენს ღრმად (1000 მ) ჩაჭრილი V-სებური ხეობები. ისინი მნიშვნელოვნად ფართოვდებიან, როდესაც ქედების გასწვრივ ვრცელდებიან. ზედაპირის დადაბლებასთან ერთად ქარბობს გვერდითი ეროზია, რის შედეგადაც ვითარდება კოლოფისებური ხეობები. ამავე მიმართულებით იზრდება აკუმულაციის როლი და მცირდება (150 მ) ხეობების ჩაჭრილობის სიღრმე.

II. შიდა ქართლის მთათაშორისი აკუმულაციური ვაკის რელიეფის ტიპი

ეს ტიპი განვითარებულია მესამეულის სინკლინური მულდის საფუძველზე, ლიხვის აუზის ფარგლებში შემოდის სამკუთხედისებური ფორმის მთათაშორისი ვაკის ცენტრალური მონაკვეთი, რომლის წვერო მთავრდება ქ. ცხინვალთან, ხოლო ძირი კვერნაყის ქედის ჩრდილო კალთებთან. დ. ლიხვის ხეობა მას აკავშირებს მტკვრის ხეობასთან. ვაკის მაქსიმალური მერიდიანული გავრცელება აღწევს 25—35 კმ-ს, იგი წარმოადგენს სუსტად დახრილ ტალღისებურ ვაკეს, რომლის სიმაღლითი მაჩვენებლები მთელ მანძილზე მცირდება 940 მ-დან 600



მდ. ლიახვის აუზის რელიეფის ტიპების სკემა

მ-მდე. საერთო სამხრეთული დახრა ზოგან იცვლება სამხრეთ-დასავლეთური და დასავლეთურით.

შიდა ქართლის ვაკეზე მეოთხეული და თანამედროვე ალუვიურ-პროლუვიური ნალექების ქარბი დაგროვება გაპირობებულია ტექტონიკური დაძირვით, რაც ხელს უწყობს აკუმულაციური ვაკის შექმნას. ვაკეზე წარმოდგენილია ლიახვის შემდეგი ტერასები: I ტერასა—2-3 მ, II ტერასა—8-10 მ, III ტერასა—20-25 მ, IV ტერასა—25-40 მ. აქედან ყველაზე განიერია I ტერასა, რადგან უფრო ძველი ტერასები მის ქვეშ იძირებიან. ტერასების ჰიფსომეტრიული მაჩვენებლები მატულობს წინამთებისაკენ. მაგალითად, III ტერასის სიმაღლე იზრდება 35-70 მ-მდე, ხოლო IV ტერასისა—100 მ-მდე. ეს ფაქტი შეიძლება აიხსნას სინკლინის ღერძის შედარებით ინტენსიური დაძირვით.

III. ვულკანოგენური რელიეფის ტიპი

ეს რელიეფი განვითარებულია მდ. დ. ლიახვის სათავეში ზ. დ. 2000 მ ზევით, სადაც მდებარეობს ყელის ვულკანური პლატოს დასავლეთი ნაწილი. ცნობილია მალრან-დვალეთის სახელწოდებით. მასში შედის ვულკანური კონუსების მწკრივი (აღმოსავლეთით) და ლავური ნაკადი (დასავლეთით), რამაც საფუძველი მოგვცა გამოგვეყო შემდეგი ქვეტიპები:

1) დენუდაციურ-ეროზიული ვულკანური მთების რელიეფის ქვეტიპი, განვითარებული ვულკანური (ექსტრუზიული) კონუსების საფუძველზე, გაყინვარების კვლებითა და პერიგლაციალური მიკროფორმების განვითარებით. ვულკანური კონუსები ქმნიან მათა მწკრივს პიფსომეტრიული მაჩვენებლებით 2500 მ ზევით (ფიდარ-ხოხი, საუ-ხოხი, საჯილ-ხოხი და სხვა).

2) მაღალმთის ვულკანური პლატოს რელიეფის ქვეტიპი, განვითარებული ლავური ნაკადის საფუძველზე, ხშირი ქვაყრილებით. პლატოს ტალღისებური ზედაპირი აქვს. მისი სიმაღლე 2000—2500 მ აღწევს.

IV. ანთროპოგენული რელიეფის ტიპი

ზემოაღნიშნულ ტიპებსა და ქვეტიპებში, დასახლებული პუნქტებითა და მოსახლეობის კულტურულ და სამეურნეო საქმიანობასთან დაკავშირებული ნაგებობებით, მეტ-ნაკლები მასშტაბით შეცვლილია რელიეფის ბუნებრივი სახე.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 25.10.1965)

Ц. М. МАЙСУРАДЗЕ

ТИПЫ РЕЛЬЕФА БАССЕЙНА р. ЛИАХВИ

Резюме

В бассейне р. Лиахви представлены следующие типы и подтипы рельефа:

I. Горно-долинный (т. е. эрозионно-тектонический) рельеф с преобладанием денудации: 1) рельеф высокогорных гребней, 2) рельеф троговых долин, 3) горно-долинный рельеф, сформированный на основании устойчивых вулканогенных пород, 4) рельеф средневысотных (1500—2500 м) денудированных гребней, 5) рельеф предгорий, 6) эрозионный рельеф речных долин.

II. Аккумулятивный тип рельефа Внутренне-Картлийской равнины.

III. Вулканогенный тип рельефа: 1) денудационно-эрозионный рельеф вулканических гор, 2) рельеф высокогорного вулканического плато.

IV. Антропогенный тип рельефа.

Вышеуказанные типы и подтипы имеют зональное распределение, а к азональным относятся вулканогенные и антропогенные типы рельефа.

დასოფნეულის ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. აღ. ჯავახიშვილი. ექსპედიციური პროცესების, რელიეფის ტიპებისა და ფორმების გავრცელების კანონზომიერებანი საქართველოს სსრ ტერიტორიაზე, საქ. სსრ გეოგრაფიული საზოგადოების შრომები, ტ. 5, 1959.
2. А. Н. Джавахишвили. Геоморфологические районы Грузинской ССР. Типы рельефа и районы их распространения. Изд. АН СССР, 1947.



ГЕОЛОГИЯ

Д. Ю. ПАПАВА

ОЛИГОЦЕНОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ОКРЕСТНОСТЕЙ с. МАНГЛИСИ

(Представлено академиком П. Д. Гамкрелидзе 21.4.1965)

На южном склоне Триалетского хребта, в верховьях р. Алгети и ее левых притоков, в окрестностях с. Манглиси широкое развитие имеют отложения, представленные в основном чередованием сланцеватых глин и песчаников с прослоями конгломератов. Вся эта толща мощностью более 1300 м большинством исследователей относится к верхнему эоцену.

Сводный разрез этих отложений, составленный нами, имеет следующий вид:

- | | |
|--|--------|
| 1. Толстослоистые туфобрекчии и туфы | 50 м. |
| 2. Сланцеватые темно-серые глины с запахом нефти | 25 м. |
| 3. Грубозернистые песчаники с обломками вулканогенных и карбонатных пород | 65 м. |
| 4. Плитчатые глины темно-серого цвета с тонкими прослоями песчаников, в которых содержатся нуммулиты плохой сохранности | 20 м. |
| 5. Чередование плотных мощностью до 0,25—0,3 м мелкозернистых песчаников и маломощных до 0,05—0,15 м сланцеватых глин. В верхах пачки мощность песчаников постепенно уменьшается. В песчаниках содержатся <i>Operculina canalifera</i> d'Archiac., <i>O. ammonica</i> Leym., <i>O. cf. alpina</i> Douville. В глинах пачки почти по всему разрезу содержится следующая микрофауна: <i>Globigerinoides conglobatus</i> (Brad.), <i>Globigerina eocaenica</i> Terq., <i>G. trilobulinooides</i> Pimm., <i>G. pseudoeocaena</i> Subb., <i>Bulimina ovata</i> Orbig., <i>Anomalina granosa</i> (Hant.) | 250 м. |
| 6. Толстослоистые брекчиевидные песчаники с валунами вулканогенных и карбонатных пород и с прослоями конгломератов. В глинах содержатся <i>Globigerinoides conglobatus</i> (Brad.), <i>Globigerina pseudoeocaena</i> Subb. | 100 м. |
| 7. Карбонатные, голубовато-серые глины с редкими и тонкими прослоями песчаников | 350 м. |
| 8. Толстослоистые граувакковые песчаники с прослоями глини майкопского типа с линзами и пропластками микроконгломератов. В них содержатся <i>Corbulomya elongata</i> Sand., <i>Melanopsis</i> sp., <i>Cardium</i> sp. | |

- Северо-западнее на продолжении этих песчаников и микроконгломератов у г. Шихан обнаружена следующая фауна: *Corbulomya triangula* Nyst, *C. elongata* Sand., *C. crassa* (Sand.), *C. nysti* (Desh.), *Corbula longirostis* Desh., *Natica* sp., *Melanopsis* sp., *Cardium* sp. 300—350 м.
9. Некарбонатные глины шоколадного цвета с ярозитом и гипсом с редкими и тонкими прослоями песчаников и включениями мергелистых (?) конкреций. В низах пачки в глинах содержится следующая микрофауна: *Caucasina schischkinskyae* (Samoil.), *Cibicides* cf. *oligocenicus* d'Orb., *Globigerina* ex. gr. *bulloides* d'Orb., *G.* cf. *afficialis* Subb. 150 м.
10. Грубозернистые карбонатные кварцевые песчаники с обломками известняков и вулканогенных пород. В основании песчаников найден зуб акулы хорошей сохранности *Araloselachus agespensis* Gl. Уцелевшая от эрозии мощность 20 м.

С. С. Кузнецов отложения пачки 2—5 приведенного разреза относит к палеоцену, а вышележащих песчаников и глин (пачки 6—10) — к нижнему эоцену. Однако работами И. В. Качарова [1], П. Д. Гамкрелидзе и В. Я. Эдилашвили [2] была доказана ошибочность взглядов С. С. Кузнецова в отношении датировки этих отложений. Многочисленные находки нуммулитовой фауны в отложениях, развитых в правобережной части р. Вера и в окрестностях г. Тбилиси, бесспорно доказывают их верхнеэоценовый возраст. По данным Н. А. Канделаки в песчано-глинистой толще (пачка 5 данного разреза), относимой С. С. Кузнецовым к палеоцену, были найдены *Nummulites bouillei* de la Harpe, *N. budensis* Hant., *N. striatus achalcicus* Katsch., *Operculina ammonica* Leym., *O. canalifera* d'Arch.

В. Е. Пахомов в 1934 г. проводил геологические исследования в окрестностях г. Тбилиси и отчасти в Манглисском районе, в верховьях р. Алгети. В последнем выше нуммулитовой свиты верхнего эоцена (пачка 5) на основе литологического сходства пород им были выделены аналоги ахалсепельских слоев олигоцена, которые он считал трансгрессивно залегающими на породах эоцена. Пачка 6 данного разреза, представленная конгломератами с валунами туфогенных пород, рассматривалась им как базальное образование ахалсепельских слоев.

Несколько позже в окрестностях с. Манглиси и смежных с ним районах П. Д. Гамкрелидзе и В. Я. Эдилашвили проводили геологические исследования, связанные с составлением двухсоттысячной геологической карты Грузии. В результате этих работ все интересующие нас отложения (пачки 2—10 приведенного выше разреза) окрестностей с. Манглиси были отнесены к верхнему эоцену.

За последние годы в пределах Манглисского района была проведена более крупномасштабная геологическая съемка геологами Грузгеолуправления С. Г. Асламазовой и Е. В. Калининой. В их работе дается трехчленное деление верхнего эоцена, основанное лишь на литоло-

гических свойствах пород. Нижняя часть выделяется авторами в виде аналогов навтлугской свиты (пачки 2—4 приведенного выше разреза), средняя относится к тбилисской нуммулитовой свите (пачки 5 и 6), а верхняя объединяет глины и песчаники (пачки 7—9).

Все эти отложения без фаунистических данных отнесены к верхнему эоцену.

Такова вкратце история изученности песчано-глинистых отложений окрестностей с. Манглиси.

Теперь перейдем к разбору приведенного выше разреза. В данном разрезе пачка 1 относится к среднему эоцену. Отложения, обремененные северо-западнее с. Манглиси, слагают восточную периклинальную часть Арджеван-Сарванской антиклинали. На них без видимого несогласия залегают отложения пачек 2, 3 и 4 общей мощностью 100 м. По стратиграфическому положению и литологическому составу их можно параллелизовать с навтлугской свитой верхнего эоцена и считать аналогами лиролеписовых слоев.

Пачка 5 содержит оперкулин, встречающийся как в среднем, так и в верхнем эоцене, однако в глинах этой пачки почти по всему разрезу встречается микрофауна, характерная для верхнего эоцена. Мы эту пачку считаем аналогом тбилисской нуммулитовой свиты верхнего эоцена.

Пачка 6, представленная грубообломочными песчаниками с прослоями конгломератов, содержит плохо сохранившиеся нуммулиты и бедную фауну фораминифер. В этих конгломератах по р. Алгети, южнее с. Манглиси, И. В. Качарава были найдены обломки песчаников с верхнеэоценовыми нуммулитами (устное сообщение).

Отложения пачки 7, благодаря пологому залеганию в мульде мохисской синклинали, широко развиты в окрестностях с. Манглиси и далее на восток, вдоль крыльев этой синклинали. В этой пачке фауна не обнаружена. Выше этих глин залегают толстослоистые песчаники пачки 8, которые слагают мульдовые части некоторых синклиналей. Наиболее широко развиты они в мохисской синклинали, где в верхней части содержится фауна, характерная для среднеслигоценовых отложений Картли (разрез Гори) и притбилисского района (Норно—Загес). Пачку 8 мы относим к среднему олигоцену.

Таким образом, пачки 6 и 7 залегают между фаунистически охарактеризованными отложениями верхнего эоцена и среднего олигоцена. Следовательно, нужно предположить, что они должны соответствовать нижнему олигоцену. Это заключение подтверждается обломками песчаников с верхнеэоценовой фауной, найденными И. В. Качарава во вторичном залегании в конгломератах пачки 6. Однако эти данные недостаточны для отнесения отложений пачек 6 и 7 к нижнему олигоцену и этот вопрос требует более детальных исследований.

Песчаники пачки 8 согласно покрываются мощной (150 м) толщей глин майкопского типа (пачка 9). Они развиты лишь в мульде широкой и пологой мохисской синклинали. Отмеченная в этой пачке микрофауна, по заключению М. В. Качарава, указывает на олигоценый возраст вмещающих пород. Мы эту пачку по аналогии с разрезами южного борта Картлийской депрессии и притбилисского района условно относим к верхнему олигоцену, тем более что они покрываются квар-

ყველა მასალა (პაჩკა 10), содержащими, по заключению Л. С. Гликмана, зуб миоценовой акулы.

Таким образом, на основе фаунистических данных в разрезе палеогена окрестностей с. Манглис нами выделяются отложения олигоцена и низы нижнего миоцена. Эти отложения хорошо сопоставляются с аналогичными осадками III свиты притбилисского района, а также с разрезами олигоцена Горийского района.

Пачка 10, по нашему мнению, является аналогом II свиты майкопа притбилисского района и сакараульского горизонта южного борта Картлийской депрессии.

Академия наук Грузинской ССР
 Геологический институт

Трест „Грузнефть“

(Поступило в редакцию 21.4.1965)

გეოლოგია

დ. პანავა

მანგლისის მიდამოების ოლიგოცენური ნალექები

რ ე ხ ი უ მ ე

თრიალეთის ქედის სამხრეთ ფერდობზე, მანგლისის მიდამოებში დიდი გავრცელებით სარგებლობს მძლავრი (1300 მ-ზე მეტი) ქვიშიან-თიხიანი ნალექების წყება, რომლის ასაკი მკვლევართა უმრავლესობის მიერ ზედაოცენურადაა მიჩნეული.

მაკრო- და მიკროფაუნის საფუძველზე აღნიშნული წყების ზედა ნაწილს (სიმძლავრე — 500 მ) ჩვენ ოლიგოცენურად ვათარიღებთ, ხოლო მოხისის სინკლინის გულში, ოლიგოცენური ნალექების ზევით განლაგებულ კვარციან ქვიშაქვების წყებას (სიმძლავრე — 20 მ), ქვედა მიოცენურად.

დასომხებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. В. Качарова. Палеоген Картлийской депрессии и смежных с нею районов. Труды Геол. ин-та, сер. геол., т. VIII (XII). Тбилиси, 1955.
2. П. Д. Гамкрелидзе. Геологическое строение Аджаро-Триалетской складчатой системы. Изд. АН ГССР, монографии, № 2, Тбилиси, 1949.

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

Н. К. РАТИАНИ, Б. Л. СОЛОВЬЕВ

О ВОЗРАСТЕ ИСКОПАЕМОЙ ФЛОРЫ ГУМИСТЫ⁽¹⁾

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. А. Колаковским 24. 2. 1965)

В свете новых данных, полученных в результате исследования стратиграфии слоев осадочных пород и сбора дополнительного палеофаунистического и палеоботанического материала, стало возможным уточнить возраст гумистинской флоры. Ранее она признавалась верхнеплиоценовой [1] на основании общего сходства с флорами Лечкопа и Сухумской горы.

Эта флора представлена 12 преимущественно листопадными видами растений: *Abies cephalonica* Loud., *Acer laetum* С. А. М. *pliocenicum* Sapet Mar., *Alnus barbata* С. А. М., *A. hoernesi* Stur, *Costanea atavia* Ung., *Fagus antipovii* Heer, *F. orientalis* Lipsky, *Parrotia pristina* Ett., *Pyraecantha coccinea* Roem., *Quercus pseudorobur* Kov. (= *Q. roburoides*), *Salix alba* L., *Laurus nobilis* L. (определен в последнее время).

Поблизости от данного местонахождения в 1964 г. Б. Л. Соловьевым были обнаружены новые слои, содержащие остатки флоры и фауны.

Из этих флороносных слоев определено 11 видов растений: *Alnus hoernesi* Stur, *Buxus colchica* Pojark., *Carpinus betulus* L., *Fagus orientalis* Lipsky, *Hedera colchica* С. Koch, *Laurus nobilis* L., *Parrotia pristina* Ett., *Populus tremula* L., *Quercus pseudorobur* Kov., *Salix alba* L., *Smilax excelsa* L.

Сравнение списков растений, найденных в обоих местонахождениях, указывает на большое сходство состава основных лесобразующих пород, что дает основание считать их разновозрастными.

В гумистинской флоре особый интерес представляют виды растений, не найденные в верхнетретичных и четвертичных флорах Кавказа, а также в других евразийских флорах позже среднеплиоценового времени. К ним относятся *Alnus hoernesi*, *Parrotia pristina* и отчасти *Laurus nobilis*.

(1) Ботаническая часть написана Н. К. Ратиани, а геологическая — Б. Л. Соловьевым.

A. hoernesii Stur известна из немногих миоценовых и плиоценовых флор: сармата Венгрии, сармата и нижнего плиоцена Вены, сармата Амвросиевки (достоверность определения невысокая). На Кавказе этот вид известен только из киммерийской флоры Дуаба и в последнее время обнаружен в сармате Шираки.

В связи с этим интересно нахождение *A. hoernesii* в четвертичной флоре Гумисты, говорящее о возможности непрерывного существования этого вида на Кавказе, начиная с сармата, хотя фактические данные указывают на наличие его лишь в трех весьма разновозрастных флорах.

Непрерывность существования *A. hoernesii* в Колхиде от киммерия до четвертичного периода можно объяснить возможностью сохранения ее в локальных условиях в более северных районах Колхиды, так как в промежуточных флорах (Сухуми, Лечкоп, Гурия) она не была обнаружена.

P. pristina Ett. богато представлена в третичных флорах Евразии, встречаясь в основном в миоценовых флорах Венгрии, Австрии, Франции, Германии, в СССР—в олигоцене Казахстана, в сармате Амвросиевки, Молдавии и, наконец, в верхнем плиоцене Софии, где она определяется как *P. persica*. На Кавказе она известна из немногих местонахождений. Здесь мы не принимаем во внимание сомнительное определение И. В. Палибина из гюдердзской флоры. Что касается указания на нахождение *P. pristina* в нижнем плиоцене Нахичевани, то, хотя изображения отпечатка не имеется в работах [2, 3], тем не менее, достоверность ее определения не вызывает сомнения.

Таким образом, для Кавказа несомненными местонахождениями вида являются сармат Армавира и Нахичевани, а также куяльницкий ярус Гурии.

Наличие *P. pristina* в четвертичной флоре Гумисты заслуживает особого внимания, так как значительно расширяет представление о возрастном диапазоне его существования на Кавказе, не отмеченного И. А. Ильинской [3] в сводной карте распространения этого вида.

L. nobilis L. встречается в миоценовых и некоторых плиоценовых флорах Венгрии, Германии, Франции, Болгарии. На Кавказе известен из понта Кодора и верхнего плиоцена Сухуми.

Большой интерес представляет факт существования давра в Колхиде до четвертичного периода, когда он, судя по обилию отпечатков, являлся, по-видимому, одним из основных компонентов лесных формаций.

Существованию в Колхиде приведенных нами видов до четвертичного периода способствовали своеобразные климатические условия, которые и ранее благоприятствовали сохранению здесь многих теплолюбивых растений.

Однако вюрмское оледенение даже в условиях Колхиды явилось, вероятно, тем периодом, когда произошло исчезновение этих видов. Из

них *Abnus hoernesii* вымерла полностью, так как даже в известных немногочисленных голоценовых флорах она отсутствует, *Parrotia pristina* в ее современной форме (*P. persica*) сохранилась лишь в Талыше, где образует леса на низменности и склонах нижнего горного пояса. Что касается благородного лавра, то, по данным А. А. Гроссгейма [4], он и сейчас встречается в Колхиде единично в диком виде, являясь реликтом некогда существовавшей здесь средиземноморской растительности. В. П. Малеев [5] также считает возможным сохранение лавра в наших условиях и в ледниковый период, когда он мог быть приурочен к наиболее теплым и защищенным местам.

Как известно, в Колхиде насаждения благородного лавра в одичавшем виде отмечены лишь на горе Урта. Однако, судя по характеру распространения лавра и в особенности по отсутствию его в характерных для Колхиды лесных ценозах, мы не имеем основания считать благородный лавр реликтом колхидской флоры.

С целью обоснования датировки слоев осадочных пород гумистинского местонахождения флоры приводим новые данные по стратиграфии и моллюсковой фауне.

Первое местонахождение флоры расположено на правом берегу Гумисты, в 1,5 км от берега моря. Флороносные слои, представленные светло-коричневыми глинами мощностью около 1 м, относятся к отложениям III морской террасы данного района, имеющей на бровке высоту 16 м, а на внутренней крае—19—20 м н. у. м.

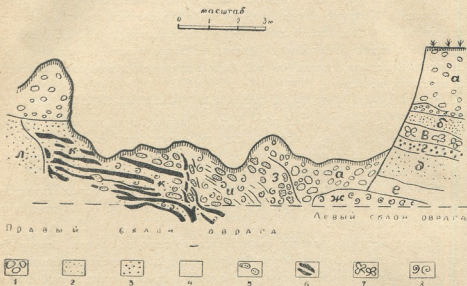
Флороносные слои второго местонахождения располагаются в 700 м выше по течению Гумисты и приурочены к обнажениям той же террасы. Слои обнажаются по обеим сторонам оврага правого берега Гумисты.

Слой „а“ на приведенном разрезе (фиг. 1) сложен галечником, имеющим, по-видимому, пролювиальное происхождение.

Расположенные ниже слои („б“—„л“), представляющие собственно террасовые отложения, имеют наклон в западном направлении, вызванный оползевыми процессами. Флороносный слой („в“) мощностью 0,45 м представлен светло-коричневыми слоистыми песчанистыми глинами с прослойками песка. Основная масса отпечатков листьев сосредоточена в нижней менее песчаной части флороносного слоя. Цоколь террасы сложен плотными неслоистыми серыми глинами олигоцена, обнажающимися в устьевой части оврага (за пределами чертежа).

Фауна моллюсков из описываемого обнажения определялась в разное время А. Г. Эберзиным, П. В. Федоровым и Г. И. Поповым. Из слоя „з“ и верхней половины слоя „и“ приведенного разреза А. Г. Эберзиным [6] были определены *Cardium edule* L., *Tapes aff. rugatus* B. D. D., *Syn- desmya ovata* Phill., *Mitilaster cf. monterosatoi* Dautz., *Cardium exiguum*

Gm., *Mytilaster lineatus* Gm., *Tapes* sp., а из расположенных стратиграфически ниже второй половины слоя „и“ и слоя „к“—*Cardium edule* L., *Didacna* cf. *baericrassa* A. Pavl., *Monodacna* sp. ex. gr. *colorata* Eichw., *Syndesmia ovata* phill., *Neritina* sp.



Фиг. 1. Разрез отложений III морской террасы в долине р. Гумисты: 1—галечник, 2—песок, 3—гравий, 4—глины, 5—песчаник, 6—слой коричневого песка с детритом фауны, 7—флора, 8—фауна моллюсков

Фауна первого списка отнесена к карангатскому типу, а второго—к узунларскому [6].

П. В. Федоров [7] также собрал и определил из данного обнажения почти все те виды, которые были отмечены ранее А. Г. Эберзиным [6].

Сборы Б. А. Соловьева, любезно определенные Г. И. Поповым, кроме видов, указанных А. Г. Эберзиным и П. В. Федоровым, дали из верхней части обнажения (слой „э“ и верхняя половина слоя „и“) *Abra ovata* (Phil.), *Nydrobia ventrosa* (Mtg.), *Tellina*? sp. *Spisula subtruncata* (Costa), *Maetra* sp., а из нижней (вторая половина слоя „и“ и слой „к“) — *Didacna* sp. indet., *Dreissensia caspia* Eichw., *Clessiniola* sp. indet. Произведенное определение еще раз подтвердило наличие здесь карангатской фауны, сменяющейся ниже по разрезу фауной узунларского типа.

Хотя в описываемом обнажении имеются оползневые нарушения, но никаких смещений между самым молодым слоем с фауной (слой „ж“)



и слоем с флорой не наблюдается. Таким образом, четвертичный возраст флороносного слоя не вызывает сомнения.

Четвертичный возраст террасы, включающий описанные слои с флорой и фауной, подтверждается также положением ее среди других четвертичных террас данного района. В частности, на правом берегу Гумисты хорошо выражена более высокая фаунистически охарактеризованная древнеэвксинская терраса [6].

Формирование III морской террасы данного участка побережья высотой около 20 м относится большинством исследователей к карангатскому времени [6—8]. По общепринятому мнению, карангатская эпоха отвечает межледниковью, разделявшему средне- и верхнечетвертичное оледенения.

Приведенные данные позволяют заключить, что обнаруженная в долине Гумисты флора существовала в среднечетвертичное время и, если верны современные представления о возрасте III морской террасы, относится к карангатской межледниковой эпохе.

Академия наук Грузинской ССР

Сухумский ботанический сад

(Поступило в редакцию 24. 2. 1965)

პალეობიოლოგია

ნ. რატიანი, ბ. სოლომონიძე

გუმისტის ნამარხი ფლორის ასაკის შესახებ

რ ე ხ ი უ მ ე

მცენარეთა და ცხოველთა ორგანიზმების ნამარხი ნარჩენების დამატებით შეგროვებისა და დამუშავების შედეგად საბოლოოდ დადგინდა გუმისტის ფლორის ხნოვანება და მიეკუთვნა იგი შუა მეოთხეულ პერიოდს, ნაცვლად ზედა პლიოცენურისა, რომელიც ადრინდელი გამოკვლევების საფუძველზე იყო მიღებული. აღწერილია ამ ფლორის ზოგიერთი საინტერესო მცენარე, რომელიც უცნობია დღემდე არა მარტო მსგავსი ასაკის, არამედ ზედა მესამეული პერიოდის შემდეგ ყველა სხვა ფლორისათვისაც. მოცემულია აგრეთვე ნამარხი ფაუნისა და დანალექი ქანების სტრატეგრაფიის შესწავლის შედეგები.

დათმობილი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. К. Ратиани. Плиоценовая флора Гумисты. Труды Сухумского ботанического сада, вып. XIII, 1960.
2. А. Л. Тахтаджян и А. А. Габриелян. Опыт стратиграфической корреляции вулканических толщ и пресноводных отложений плиоцена и плейстоцена Малого Кавказа. ДАН Арм ССР, VII, 5, 1948.
3. И. А. Ильинская. Верхнемиоценовая флора горы Повитруле в Закарпатье. Ботанический журнал, т. XLIV, 1959.



4. А. А. Гроссгейм. Растительный покров Кавказа, 1948.
5. В. П. Малеев. Третичные реликты во флоре Зап. Кавказа и основные этапы четвертичной истории его флоры и растительности. Материалы по истории флоры и растительности СССР, I, 1941.
6. А. Г. Эберзин. О фауне из морских террас Абхазия. Бюлл. комиссии по изучению четвертичного периода, № 6—7, 1940.
7. П. В. Федоров. Стратиграфия четвертичных отложений Крымско-Кавказского побережья и некоторые вопросы геологической истории Черного моря. Труды Геологического ин-та АН СССР, вып. 88, М., 1963.
8. В. И. Громов. Итоги изучения геологических условий нахождения палеолита на Кавказе и его значение для четвертичной стратиграфии. Бюлл. комиссии по изучению четвертичного периода, № 6—7, 1940.



ТЕХНИКА

О. Г. СОЛОМОНИЯ, Н. Ш. БОЛГАШВИЛИ

ВЫБОРЫ МЕСТОРАСПОЛОЖЕНИЯ И ОБЪЕМОВ
ИРРИГАЦИОННЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ МЕТОДАМИ
МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии П. Г. Шенгелия 29.3.1965)

Режимы орошения и речного стока характеризуются асинхронностью. Их согласование в основном достигается путем регулирования стока и добавочного питания оросительной системы из водохранилищ. При этом может оказаться необходимым применение любых видов регулирования стока—многолетнего, сезонного, недельного.

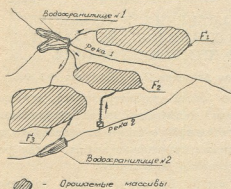
Многолетнее регулирование, ввиду большого объема водохранилищ, в чисто ирригационных целях встречается сравнительно редко. Однако разработка обобщенных методов расчета регулирования стока до последнего времени ведется главным образом применительно к этому виду регулирования [1—4 и др.]. Вопросы вероятностной теории сезонного регулирования речного стока разработаны в меньшей степени, хотя и в этой области существуют обобщенные методы, позволяющие определять потребный объем сезонного регулирования как при постоянной, так и при переменной отдаче [5,6]. Определенные на основе этих проработок объемы водохранилищ, как правило, требуют экономического обоснования, что, к сожалению, из-за отсутствия совершенных методов их расчета не всегда находит свое отражение при ирригационном проектировании.

Стоимость водохранилищ обычно довольно высокая и в основном определяется размерами плотин, водосбросных сооружений и ущербом от затопления. При сложных ирригационных схемах от месторасположения водохранилищ зависят также затраты на сооружение и эксплуатацию водопроводящих трактов, обслуживающих орошаемые массивы.

Допустим, требуется оросить три отдельных массива F_1 , F_2 и F_3 (фиг. 1). Естественный сток примыкающих к ним рек недостаточен для удовлетворения водопотребления этих массивов, и необходимо прибегнуть к регулированию. Топографические, геологические и прочие технические условия разрешают на каждой реке построить водохранилища потребных объемов. Решение указанной задачи, очевидно, возможно множеством вариантов. Так, например, можно построить одно дорогосто-

ящее водохранилище на реке № 1 и из него осуществить самотеком дополнительное питание массивов F_1 , F_2 и F_3 . Можно также построить более дешевое водохранилище на реке № 2 или № 3, но при этом потребуются механическая подкачка для орошения массивов F_2 и F_1 . Не исключена возможность, что окажется выгодным вместо одного осуществ-

Схема орошения с водохранилищами



Фиг. 1.

задачи со многими вариантами, где вопросы выбора месторасположения, объема водохранилищ и обеспечиваемых ими величины и характера водопотребления органически связаны между собой. При правильном и совместном их решении можно выбрать такой вариант, который в сумме обеспечит максимум чистого дохода

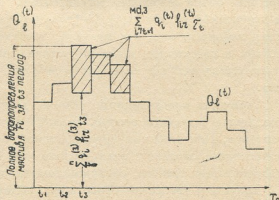
$$\sum_i \Delta D_i = \max \quad (1)$$

или при постоянстве валового дохода — минимум ежегодных издержек в виде

$$\sum_i H_i = \min. \quad (2)$$

Нахождение минимального значения выражения (2) при условии учета всех возможных вариантов орошения массивов F_1, F_2, \dots, F_n из водохранилищ $V_1, V_2, \dots, V_r, \dots, V_d$ и незарегулированных источников $L_1, L_2, \dots, L_e, \dots, L_k$ можно свести к определению орошаемых из них площадей.

строить два водохранилища с меньшими объемами и из них орошать два массива, а водопотребление третьего массива полностью удовлетворить естественным стоком третьей реки и т. д. Конечно, при этом многое зависит от той доли полезного объема водохранилищ, которая определяется в зависимости от величины и характера водопотребления подвешенных к ним площадей. Таким образом, возникает необходимость решения



Фиг. 2.

При однофазной работе водохранилища сезонного регулирования его объем определяется как сумма дефицитов за отдельные рассматриваемые периоды (декады, месяцы и т. д.). Допустим, что за период t необходимо оросить массив F_i с удельным объемом водопотребления $q_i^{(t)} \cdot \tau_i$. (Такая запись водопотребления соответствует случаю, когда орошаемые земли расположены в сильно засушливых и сухих районах, где оросительные нормы являются переменными величинами в течение года, но не испытывают существенного колебания от одного года к другому [6]). Если $f_{ir}^{(t)}$ — некоторая площадь массива F_i , водопотребление которой за период t может быть удовлетворено на бытовом стоке реки r этого же периода, то величина площади массива F_i , для орошения которой на реке r необходимо иметь водохранилище r , будет равна $\bar{f}_{ir}^{(t)} = F_i - f_{ir}^{(t)}$, а объем регулирования — $q_i^{(t)} \cdot \tau_i \cdot \bar{f}_{ir}^{(t)}$. Поскольку к водохранилищу r за период t могут быть подвешены площади с различным водопотреблением, то полный потребный объем регулирования для орошения этих площадей за период t составит $\sum_i^n q_i^{(t)} \cdot \bar{f}_{ir}^{(t)} \cdot \tau_i$ (фиг. 2), а за весь период T —

$$\sum_{i,t}^{nT} q_i^{(t)} \cdot \bar{f}_{ir}^{(t)} \cdot \tau_i, \quad r = 1, 2, \dots, d. \quad (3)$$

Выразив искомый объем водохранилищ через орошаемые из них площади, можно записать и полную стоимость орошения.

Пусть I_r — текущие затраты, приходящиеся на 1 м^3 регулируемой воды в водохранилище r , I_{ir} — то же на подвод 1 м^3 воды из водохранилища r к площади f_{ir} . Тогда полная ежегодная стоимость орошения всех подвешенных к водохранилищу площадей определится как сумма

$$Z_1 = \sum_{i,t}^{ndT} (I_{ir} + I_r) q_i^{(t)} \cdot \bar{f}_{ir}^{(t)} \cdot \tau_i$$

или

$$Z_1 = \sum_{i,t}^{ndT} q_i^{(t)} \cdot \tau_i (I_{ir} \cdot \bar{f}_{ir}^{(t)} + I_r \cdot \bar{f}_{ir}^{(t)}). \quad (4)$$

Часто единичная стоимость водохранилища и, следовательно, ежегодные текущие затраты — величины переменные и зависят от определяе-

мого объема, т. е. $I_r = \varphi \left(\sum_{it}^{nT} q_i^{(t)} \cdot \bar{f}_{ir}^{(t)} \cdot \tau_t \right)$. Подставив значение I_r в (4), получим

$$Z_1 = \sum_{it}^{nT} \left[I_{ir} \cdot q_i^{(t)} \cdot \tau_t \cdot \bar{f}_{ir}^{(t)} + \varphi \left(\sum_{it}^{nT} q_i^{(t)} \cdot \tau_t \cdot \bar{f}_{ir}^{(t)} \right) q_i^{(t)} \cdot \bar{f}_{ir}^{(t)} \cdot \tau_t \right]. \quad (5)$$

Аналогично можно записать и стоимость орошения площадей, которые орошаются на бытовом стоке:

$$Z_2 = \sum_{ic\ell}^{nkT} I_{ic} \cdot q_i^{(t)} \cdot \tau_t \cdot f_{ic}^{(t)}. \quad (6)$$

Просуммировав (5) и (6), получим полную стоимость всего орошения:

$$Z = \sum_{icrt}^{nkT} I_{ir} \cdot q_i^{(t)} \cdot \tau_t \cdot \bar{f}_{ir}^{(t)} + \varphi \left(\sum_{it}^{nT} q_i^{(t)} \cdot \tau_t \cdot \bar{f}_{ir}^{(t)} \right) q_i^{(t)} \cdot \bar{f}_{ir}^{(t)} \cdot \tau_t + \\ + I_{ic} \cdot q_i^{(t)} \cdot f_{ic}^{(t)} \cdot \tau_t \rightarrow \min. \quad (7)$$

Теперь следует найти такие неотрицательные значения переменных $f_{ic}^{(t)}$ и $\bar{f}_{ir}^{(t)}$, при которых Z достигнет своего минимального значения. Нетрудно заметить, что это будет тогда, когда все переменные $f_{ic}^{(t)}$ и $\bar{f}_{ir}^{(t)}$ равны нулю, т. е. когда ничего не орошается, что, конечно, не соответствует преследуемой цели. Цель достигается, если ввести условия необходимости орошения всех имеющихся площадей за каждый рассматриваемый период

$$\sum_{icr}^{k\ell} f_{ic}^{(t)} + \bar{f}_{ir}^{(t)} = F_i, \quad \begin{matrix} t = 1, 2, \dots, T, \\ i = 1, 2, \dots, n, \end{matrix} \quad (8)$$

где F_i — отдельные орошаемые массивы.

Помимо условий (8), требуется ряд математических ограничений, определяющих основные положения задачи:

1. Размеры площадей, орошаемых на бытовом стоке за отдельные рассматриваемые периоды должны быть ограничены бытовыми расходами реки, т. е.

$$\sum_i^n q_i^{(t)} \cdot f_{ic}^{(t)} \leq Q^{(t)}, \quad \begin{matrix} t = 1, 2, \dots, T, \\ c = 1, 2, \dots, k, \end{matrix} \quad (9)$$

где $Q_i^{(t)}$ — бытовой расход реки e для рассматриваемого (декадного, месячного) интервала времени t .

2. Объем регулирования и, следовательно, орошаемые из водохранилища площади $f_{ir}^{(t)}$ ограничены как суммарным стоком самой реки, так и возможностью регулирования последнего из-за топографических, геологических и прочих условий. Если W_r — суммарный годовой сток реки e (при возможности полного регулирования) или технический предельный объем водохранилища r , то математически эти условия запишутся следующим образом:

$$\sum_{ii}^{nT} q_i^{(t)} \cdot \tau_i \cdot f_{ir}^{(t)} \leq W_r - \sum_{ii}^{nT} q_i^{(t)} \cdot \tau_i \cdot f_{ie}^{(t)}, \quad \begin{matrix} r = 1, 2, \dots, d, \\ e = 1, 2, \dots, k, \end{matrix} \quad (10)$$

где последний член показывает объем воды, забираемой для орошения

площади $\sum_i^n f_{ie}^{(t)}$.

Математическая запись условий (9) и (10) соответствует случаю, когда водохранилище проектируется на каждой реке в отдельности (без каскадного использования реки). Такой подход не охватывает все возможные случаи орошения. При каскадном использовании реки водохранилища взаимосвязаны и это требует громоздкой математической записи. Ввиду ограниченности объема статьи, решение подобной задачи не приводится.

Установление оптимального месторасположения и объема водохранилищ на основе зависимости (7) и условий (8)–(10) приводит к экстремальным задачам, которые решаются методами математического программирования. Когда I_r — функция линейная, выражение (7) приходит к квадратичной форме и для решения задачи можно использовать метод, изложенный в работе [7]. Если полная стоимость водохранилища изменяется по линейному закону, выражение (7) также линейно, поскольку $I_r = \text{const}$, и задача решается симплексным методом линейного программирования [8].

Методика расчета изложенной задачи заключается в следующем: на каждой реке намечаются наиболее вероятные места устройства водохранилищ. Далее, для каждого створа строятся кривые объемов водохранилища $\sum q_i^{(t)} \cdot \tau_i \cdot f_{ir}^{(t)} = \varphi(H)$ и кривые общей стоимости необходимых сооружений. На основе этих данных находится связь между удельными текущими затратами и объемом водохранилища. Для расчетов также необходимо определить величину удельных затрат на подвод 1 м³ воды из реки L_1 к массивам $F_1, F_2, \dots, F_r, \dots, F_n$. Затем эти показатели опреде-

ляются для тех случаев, когда указанные массивы орошаются из реки $L_2, \dots, L_c, \dots, L_R$. В зависимости от стадии проектирования отдельные члены текущих затрат определяются или на основе непосредственного подсчета при составлении возможных схем орошения, или же с помощью существующих эмпирических выражений. Для случаев схемы детерминированных притоков, на основе определенной расчетной обеспеченности работы водохранилища при наличии многолетних данных натуральных наблюдений (25—50 и более лет), за расчетный график притока берется гидрограф года с заданной обеспеченностью.

При вероятностном подходе следует отметить, что речной сток является непрерывным нестационарным стохастическим процессом. Однако на современном этапе развития теории многолетнего регулирования процесс колебания годовых объемов речного стока рассматривается как приблизительно стационарный случайный процесс с дискретным временем. В качестве соответствующего математического аппарата принимается теория марковских цепей. Однако для сложных схем регулирования вероятностно-аналитические методы ввиду сложности расчетов еще не находят своего применения.

Принимая во внимание возможные возражения некоторых исследователей относительно того, что календарный ряд 25—30 лет не всегда может отражать все возможные сочетания и характер колебания речного стока на будущее, для наиболее важных и ответственных стадий проектирования можно рекомендовать применение статистического метода Монте-Карло, хотя в этом случае значительно повышается трудоемкость расчетов. Наиболее полно вопросы применения метода Монте-Карло в водохозяйственных расчетах изложены в работе [3].

Определив расчетный график притока, зная график гидро модуля каждого орошаемого массива, их размеры и имея все стоимостные показатели, составим целевую функцию (7) и условия (8) — (10). Далее, на основе существующих методов математического программирования определим неизвестные $f_{ij}^{(0)}$ и $\bar{f}_{ij}^{(0)}$, при которых (7) достигает своего минимального значения. Объем каждого водохранилища определяется на основе суммирования частных объемов. Магистральные каналы рассчитываются на пропуск соответствующих максимальных расходов воды. В рассматриваемой здесь задаче искомыми являются месторасположения и емкости водохранилищ, поэтому обеспеченность отдачи принимается заданной, хотя в более общем случае последнюю характеристику также следует представить как искомый параметр.

Грузинский институт энергетики
 им. А. И. Дидебулидзе
 Тбилиси

(Поступило в редакцию 29.3.1965)

ო. სოლომონია, ნ. ბოლღაშვილი

ირიგაციული წყალსაცავების ადგილმდებარეობისა და
მოცულობის განსაზღვრა მათემატიკური
პროგრამირების მეთოდებით

რეზიუმე

მაქსიმალური ეკონომიური ეფექტის მისაღებად ირიგაციული წყალსაცავების ადგილმდებარეობისა და მოცულობის განსაზღვრა უნდა მოხდეს საკითხის ერთობლივი გადაწყვეტით.

სტატიაში, მორწყვის რთული სქემებისათვის, მათემატიკური პროგრამირების ხერხების გამოყენებით მოცემულია ირიგაციული წყალსაცავების მოცულობისა და მათი ადგილმდებარეობის განსაზღვრის მეთოდიკა.

დადოკუმენტური ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. С. Н. Крицкий, М. Ф. Менкель. Водохозяйственные расчеты. Л., 1952.
2. А. Д. Саваренский. Регулирование речного стока водохранилищами. М., 1951.
3. Н. А. Картвелишвили. Энергетическое многолетнее регулирование речного стока в некоторых сложных случаях. Известия АН СССР, ОТН, № 6, 1957.
4. Г. Г. Сванидзе. Основы расчета регулирования речного стока методом Монте-Карло. Тбилиси, 1964.
5. В. Г. Андреянов. Внутригодовое распределение речного стока. Л., 1960.
6. М. В. Потапов. Регулирование стока. М., 1940.
7. В. С. Дорн. Нелинейное программирование (обзор). Management Science, № 2, 1963.
8. С. Гасс. Линейное программирование. М., 1961.

Г. И. МАМАСАХЛИСОВ

ОБ УСЛОВИЯХ РАБОТЫ СТАНЦИИ В ПЕРИОД УВЕЛИЧЕНИЯ
ПРИБЫТИЯ ВАГОНОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Г. Абелишвили 10.5.1965)

При неизменном объеме работы технической станции, предусмотренном технологическим процессом, темп прибытия вагонов уравнивается таким же темпом отправления, рабочий парк вагонов поддерживается в пределах нормы и создается благоприятное положение для выполнения и перевыполнения норм простоя вагонов и улучшения других показателей работы железнодорожной станции.

При небольших колебаниях в прибытии вагонов, временном и незначительном его росте и последующем снижении, могут иметь место некоторые отклонения от норм технологического процесса, но они ликвидируются в кратчайшие сроки и без каких-либо существенных потерь.

Если же увеличение прибытия вагонов происходит интенсивно и в течение длительного времени, то на станции создаются особые условия, учет которых требуется для своевременного принятия регулировочных мер по предупреждению ухудшения работы станции.

Рассмотрим характер изменения основных показателей работы сортировочной станции—среднего простоя транзитных вагонов с переработкой, рабочего парка и темпа отправления вагонов при увеличении темпа их прибытия. В общем виде простой транзитных вагонов с переработкой определяется как сумма

$$t_{\text{пер}} = t_{\text{тех}} + t_{\text{нак}} + t_{\text{доп}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{тех}}$ —общая продолжительность обработки вагонов по технологическому процессу; $t_{\text{нак}}$ —средний простой вагона под накоплением; $t_{\text{доп}}$ —дополнительный простой транзитных вагонов с переработкой (время межоперационных перерывов и простоя составов в ожидании отправления).

За последнее время выполнен ряд интересных работ [1, 2], устанавливающих причины возникновения на станции межоперационных перерывов и позволяющих определить их численные значения в различных условиях работы станции.

В частности, К. А. Бернгардом установлено влияние на простой составов в ожидании отправления вероятностей одновременного поступления на сортировочную станцию нескольких замыкающих групп, числа назначений формируемых поездов и степени заполнения графика движения. Г. С. Васильевым на основе этой общей теории выведены фор-

мулы для определения межоперационных перерывов как нормативов плана формирования поездов, которые могут быть рассмотрены также и в качестве элементов простоя транзитных вагонов с переработкой и исходных данных для установления оптимального соотношения резервов перерабатывающей способности сортировочных станций и пропускной способности прилегающих участков ([1], стр. 48).

Из выводов указанных авторов следует, что при малой загрузке перерабатывающей способности станции и пропускной способности выходных участков (до 50%) дополнительный простой $t_{доп}$ незначителен и им можно пренебречь. В этих условиях простой транзитных вагонов с переработкой будет, следовательно, равен

$$t_{пер} = t_{тех} + t_{нак} = t_{тех} + \frac{cmk}{u_{пр}}, \quad (2)$$

где c —параметр накопления; m —состав поезда ($m_{пр} = m_{от} = m$); k —число назначений формируемых поездов; $u_{пр}$ —число вагонов, прибывающих в переработку.

Поскольку заданным мы считаем темп прибытия вагонов, то именно к $u_{пр}$ относим все элементы вагоно-часов простоя.

Рабочий парк вагонов составит

$$N = \frac{u_{пр} t_{тех} + cmk}{24}. \quad (3)$$

Если прибытие вагонов стабильно, т. е. $u_{пр} = \text{Const}$, и выполняются нормы $t_{тех}$ и c , то и парк вагонов N будет постоянен, т. е. приращение парка вагонов в единицу времени будет равно нулю.

Согласно формуле, приведенной в статье [3], имеем

$$\frac{\Delta N}{\Delta T} = u_{пр} - u_{от}, \quad (4)$$

где $u_{пр}$ —прибытие вагонов в единицу времени (ΔT); $u_{от}$ —отправление вагонов в это же время.

Таким образом, при $\frac{\Delta N}{\Delta T} = 0$ $u_{пр} = u_{от}$, т. е. темп отправления вагонов равен темпу их прибытия. В длительный период увеличения прибытия вагонов приведенные выше условия нарушаются.

Пусть происходит равномерный рост темпа прибытия вагонов по закону

$$u_{пр} = u_{пр}^0 + aT, \quad (5)$$

где $u_{пр}^0$ —начальное прибытие вагонов, соответствующее стабильности парка; a —степень роста числа прибывающих вагонов в единицу времени (за сутки); T —период роста прибытия вагонов (в сутках).

При этих данных показатели работы станции через T суток составят: простой транзитных вагонов с переработкой

$$t_{\text{пер}} = t_{\text{тех}} + \frac{cmk}{u_{\text{пр}}^0 + aT}, \quad (6)$$

а рабочий парк вагонов

$$N = \frac{(u_{\text{пр}}^0 + aT)t_{\text{тех}} + cmk}{24} = N_0 + \frac{aTt_{\text{тех}}}{24}, \quad (7)$$

где N_0 —начальный (постоянный) парк вагонов.

Считая функцию $N = f(T)$ непрерывной, можем записать формулу (4) в виде

$$\frac{\Delta N}{\Delta T} = \frac{dN}{dT} = u_{\text{пр}} - u_{\text{от}}. \quad (8)$$

Из формул (7) и (8) имеем

$$u_{\text{от}} = u_{\text{пр}}^0 + a \left(T - \frac{t_{\text{тех}}}{24} \right). \quad (9)$$

Рассмотрим пример. Имеем следующие исходные данные для сортировочной станции:

$$u_{\text{пр}}^0 = 2000 \text{ ваг.}; \quad u_{\text{от}}^0 = 2000 \text{ ваг.}; \quad t_{\text{тех}} = 2 \text{ час}; \quad c = 11,0;$$

$$k = 10; \quad m = 80 \text{ ваг.}; \quad t_{\text{пер}} = t_{\text{тех}} + \frac{cmk}{u_{\text{пр}}^0} = 2,0 + \frac{11 \cdot 80 \cdot 10}{2000} = 6,4 \text{ час};$$

$$N_0 = \frac{u_{\text{пр}}^0 t_{\text{тех}} + cmk}{24} = \frac{2000 \cdot 2,0 + 8800}{24} = 533 \text{ ваг./сут.}$$

Темп усиления прибытия вагонов $a = 200$ ваг./сут. (10%). Показатели работы станции за 1—5 суток приведены на рис. 1.

Результаты расчетов позволяют сделать ряд выводов.

1. При увеличении интенсивности прибытия вагонов ($a > 0$) средний их простой $t_{\text{пер}}$ (при $t_{\text{доп}} = 0$) сокращается до определенного значения за счет элемента $t_{\text{нак}}$; однако, несмотря на это, рабочий парк вагонов на станции увеличивается на

$$\frac{aTt_{\text{тех}}}{24}.$$

Но увеличение рабочего парка вагонов может иметь место только при отставании темпа отправления от темпа прибытия вагонов (на величину $\frac{at_{\text{тех}}}{24}$).

При этом даже незначительное ежесуточное отставание отправления может за короткий срок привести к чувствительному росту парка вагонов. Так, по рассмотренному примеру, ежесуточное отставание отправления от прибытия на 0,5—1% приводит за 5 суток к увеличению парка на 15%.

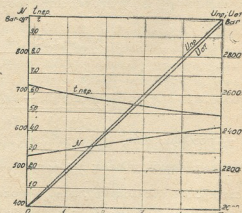


Рис. 1

2. Если емкость станции в части главным образом сортировочных путей (ввиду недостаточного их числа и длины) не соответствует перерабатывающей способности горки и вытяжек, то ее заполнение может наступить еще до значительной загрузки указанных сортировочных устройств. В этом случае период времени T , в течение которого может произойти заполнение нормальной емкости, определится из равенства (если $t_{\text{доп}} = 0$)

$$T = \frac{24 E_n - (n_{\text{пр}}^2 t_{\text{тех}} + cmk)}{a t_{\text{тех}}}, \quad (10)$$

где E_n — нормальная емкость станции в вагонах (в части сортировочных и прямо-отправочных путей).

Дальнейшее увеличение парка вагонов, вызывающее превышение нормальной емкости станции, ухудшает условия производства маневров по расформированию и формированию поездов и обуславливает появление нового дополнительного элемента простоя перерабатываемых вагонов — $\Delta t_{\text{ман}} = F(\gamma_E)$, т. е. приращения времени маневров как функции коэффициента заполнения емкости сортировочного парка станции γ_E .

При заполнении перерабатывающей способности сортировочных устройств станции и пропускной способности выходных участков сверх 50% межоперационные перерывы времени могут достигать значительных величин и поэтому их необходимо учитывать.

Вообще различают три вида межоперационных перерывов: в ожидании расформирования ($t_{\text{ож}}^{\text{р}}$), формирования ($t_{\text{ож}}^{\text{ф}}$) и отправления ($t_{\text{ож}}^{\text{от}}$).

Г. С. Васильевым предложены аналитические формулы для определения значений этих перерывов. В частности, для горочных сортировочных станций $t_{\text{ож}}^{\text{р}}$ и $t_{\text{ож}}^{\text{ф}}$ предлагается определять по следующим зависимостям [2]:

$$t_{\text{ож}}^{\text{р}} = \frac{y n_{\text{пр}}^{\text{пс}} (8,1 \gamma_{\text{гор}}^2 - 8,65 \gamma_{\text{гор}} + 2,35)}{n_{\text{от}}}, \quad (11)$$

и

$$t_{\text{ож}}^{\text{ф}} = \frac{246,2 \gamma_{\text{выт}}^2 - 249,6 \gamma_{\text{выт}} + 69}{n_{\text{от}}}, \quad (12)$$

где y — коэффициент, учитывающий влияние числа участков, примыкающих к парку приема; $n_{\text{пр}}^{\text{пс}} = n_{\text{пс}} + \frac{n_{\text{тр}}}{\varepsilon_{\text{пс}}}$ — приведенное количество пассажирских поездов ($n_{\text{пс}}$ и $n_{\text{тр}}$ — количество пассажирских и транзитных грузовых поездов, $\varepsilon_{\text{пс}}$ — коэффициент съема пассажирских поездов);

$\gamma_{\text{гор}} = \frac{t_{\text{гор}} n_{\text{пр}}}{24 - T_{\text{пост}}}$ — коэффициент загрузки горки ($t_{\text{гор}}$ — горочный интер-

зад в часах; $n_{пр}$ —количество поездов, прибывающих в разборку; $T_{пост}$ —постоянное время для осмотра, смазки и ремонта горочных устройств);

$n_{от}$ —количество поездов своего формирования; $\gamma_{выт} = \frac{t_{ф} n_{от}}{B(24 - T'_{пост})}$ —коэффициент загрузки вытяжек формирования; $t_{ф}$ —среднее время на окончание формирования поезда с вытяжки; B —количество рабочих вытяжек; $T'_{пост}$ —постоянное время занятия вытяжек операциями, не связанными с формированием поездов.

Простой сформированных составов в ожидании отправления Г. С. Васильев предлагает рассчитывать по формуле

$$t_{ож}^{от} = \frac{n_{пр}^{не} [(1,0 + 0,075 n'_{max}) (\gamma' + 0,004 n'_{max} - 0,61)^2 + 0,016 n'_{max} - 0,05]}{n_{от}}, \quad (13)$$

где n'_{max} —максимальная пропускная способность примыкающего участка, отведенная для поездов своего формирования; $\gamma' = \frac{n_{от}}{n'_{max}}$ —коэффициент заполнения пропускной способности участка.

Значение остальных величин приведено выше. Зная составные элементы $t_{ож}^{пр}$, $t_{ож}^{оф}$ и $t_{ож}^{от}$, можно определить и весь дополнительный простой вагона.

Формулы, предложенные Г. С. Васильевым, хотя и должны быть в дальнейшем улучшены с целью их большего обобщения и уточнения, но в целом дают правильную картину зависимости $t_{доп}$ от основных факторов. Поэтому мы ими и воспользуемся.

В нашу задачу входит изучение закономерностей изменения показателей работы станции при увеличении количества поездов, прибывающих в разборку.

Прибытие мы считаем исходной величиной, а реализуемые показатели работы станции и отправление—производными. Поэтому все элементы вагоно-часов при переходном режиме работы станции мы относим к прибытию (конечно, при постоянном режиме лучше вагоно-часы отнести к числу отправляемых поездов $n_{от}$, как это принято Г. С. Васильевым).

Формулы для определения $t_{ож}^{пр}$, $t_{ож}^{оф}$ и $t_{ож}^{от}$ даны изолированно друг от друга. С целью получения результирующих выводов о влиянии различных факторов на простой транзитных вагонов с переработкой и другие показатели необходимо включить их в общую систему.

С этой целью вводим дополнительные показатели:

1)

$$k_{гор} = \frac{n'_{max}^{гор}}{n'_{max}} \text{— отношение перерабатывающей способности горки в поездах к свободной пропускной способности выходных участков.}$$

Поэтому

$$\gamma_{гор} = \frac{t_{гор} n_{пр}}{24 - T_{пост}} = \frac{n_{пр}}{n_{гор}^{max}} = \frac{n_{пр}}{k_{гор} n'_{max}}$$

2)

$k_{выт} = \frac{B n_{max}^{выт}}{n'_{max}}$ — отношение перерабатывающей способности вытяжек формирования к пропускной способности по отправлению.

Поэтому

$$\gamma_{выт} = \frac{t_{ф} n_{от}}{B(24 - T'_{пост})} = \frac{n_{от}}{k_{выт} n'_{max}} = \frac{\gamma'}{k_{выт}}$$

Заменив в формулах (11), (12) и (13) значения $\gamma_{гор}$, $\gamma_{выт}$ и $n_{от}$ (считая, что $n_{пр} = n_{от}$), получим формулы, в которых общим неизвестным будет $n_{пр}$, а основными параметрами — n'_{max} , $k_{гор}$ и $k_{выт}$.

Для определения степени изменения $t_{доп}$ и всего простоя транзитного вагона $t_{пер}$ при увеличении прибытия вагонов примем все величины, кроме $n_{пр}$, заданными, а именно: $y = 1$; $n_{пр}^{oc} = 20$ поезд.; $n'_{max} = 50$ поезд.

Имея $t_{тех} = 2$ час,

$$t_{нак} = \frac{ck}{n_{пр}} = \frac{110}{n_{пр}}$$

и предположив, что в течение 10 суток происходит увеличение прибытия вагонов с интенсивностью $a = 200$ ваг./сут. = 2,5 поезд./сут., определим закономерность изменения основных показателей работы станции (см. рис. 2).

Анализируя полученные данные и сопоставляя их с соответствующими показателями рис. 1, можно видеть, в какой мере межоперационные перерывы изменяют ранее выявленную закономерность в отношении $t_{пер}$, N и $n_{от}$.

В первый период увеличения объема переработки вагонов простой транзитного вагона $t_{пер}$ уменьшается, вагонный парк растет по закону прямой линии и отправление вагонов отстает от прибытия на постоянную величину. Но при дальнейшем росте прибытия вагонов возникают межоперационные перерывы, которые постепенно начинают перекрывать сокращение простоя под накоплением и приводят к увеличению общего простоя $t_{пер}$. В связи

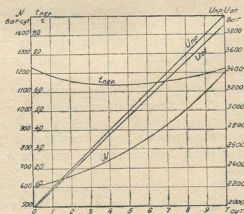


Рис. 2

с этим отправление вагонов все больше начинает отставать от прибытия, ускоряется рост вагонного парка станции и значительно приближается срок возможного заполнения ее емкости, при котором увеличивается также и время обработки вагона (за счет $\Delta t_{\text{ман}}$).

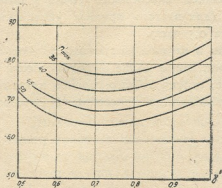


Рис. 3

ее работы—простой транзитного вагона с переработкой достигает минимального значения.

На основании исследования функции $t_{\text{пер}} = \Phi(\gamma')$ на минимум (где $\gamma' = \frac{n_{\text{пр}}}{n'_{\text{max}}}$) получена следующая общая формула для определения $\gamma'_{\text{опт}}$:

$$\gamma'_{\text{опт}} = k_{\text{гор}} \cdot k_{\text{выт}} \sqrt{\frac{n_{\text{пр}}^{\text{ис}} (2,35 y + b d^2 + e) + l}{k_{\text{выт}}^2 n_{\text{пр}}^{\text{ис}} (8,1 y + k_{\text{гор}}^2 B \phi^2) + 246,2 k_{\text{гор}}^2 \phi^2}}, \quad (14)$$

где

$$b = 1,0 + 0,075 n'_{\text{max}}; \quad d = 0,004 n'_{\text{max}} - 0,61; \quad e = 0,016 n'_{\text{max}} - 0,05;$$

$$l = 69 + ck;$$

$$\phi = \frac{n_{\text{от}}}{n_{\text{пр}}} = \frac{m_{\text{пр}}}{m_{\text{от}}}.$$

Эта формула показывает, что с увеличением относительной перерабатывающей способности горки $k_{\text{гор}} = \frac{n_{\text{max}}^{\text{гор}}}{n'_{\text{max}}}$ и вытяжек формирования

$k_{\text{выт}} = \frac{B n_{\text{max}}^{\text{выт}}}{n'_{\text{max}}}$ оптимальная загрузка станции увеличивается.

На рис. 3 показан характер изменения простоя транзитного вагона с переработкой при разном заполнении свободной пропускной способности выходных участков γ' по следующим исходным данным: $n'_{\text{max}} = 35; 40; 45$ и 50 поезд.; $y = 1$; $n_{\text{пр}}^{\text{ис}} = 20$ поезд.; $k_{\text{гор}} = k_{\text{выт}} = 1$; $t_{\text{тех}} = 2,0$ час; $c = 11,0$; $k = 10$.

Графики $t_{\text{пер}} = \Phi(\gamma')$ показывают, что по принятым данным оптимальная нагрузка станции, при которой $t_{\text{пер}}$ достигает минимума, составляет примерно 70—75% свободной пропускной способности примыкающих участков n'_{max} . Кроме того, можно заключить, что с увеличением n'_{max} и в такой же мере перерабатывающей способности горки и вытяжек простой вагона $t_{\text{пер}}$ сокращается (для взятого примера увеличение n'_{max} на пять поездов сокращает $t_{\text{пер}}$ на 0,5 часа).

Зная предстоящий подход поездов и вагонов на станцию по данным прогноза вагонопотоков и учитывая описанные выше закономерности в отношении показателей работы станции, можно заблаговременно наметить меры, исключающие заполнение перерабатывающей способности сортировочных устройств и емкости станции.

Грузинский политехнический
институт
им. В. И. Ленина
Тбилиси

(Поступило в редакцию 28.4.1965)

ბმზნბბ

ბ. მამსახაიშვი

მოსული ვაგონების რიცხვის გადამღებისას სადგურის
მუშაობის პირობები

რ ე ზ ი უ მ ე

შრომაში მოცემულია რკინიგზის დამხარისხებელი სადგურის მუშაობის მართიანი მაჩვენებლების შეცვლის ხასიათი—გადსამუშავებელი ტრანზიტის ვაგონების მოცდენა, სათანადო ვაგონთა პარკი და გაგზავნალი ვაგონების რაოდენობა, მათი მოსვლის ინტენსივობასთან დაკავშირებით. გამოყვანილია ფორმულა, რომლის საშუალებითაც გამოითვლება სადგურის ტევადობის შესაძლო შევსების ვადა.

ამასთან სტატიაში მოცემულია მიმდებარე უბნების გამტარუნარიანობის, დამხარისხებელი მოწყობილობების ვადამუშავებითი უნარიანობის საფუძველზე სადგურის ოპტიმალური დატვირთვის განსაზღვრის მეთოდისა.

დადოწმებულნი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. К. А. Бернгард. Расчетные нормативы. В кн.: „Составление плана формирования поездов на электронных машинах“, под общей ред. А. П. Петрова, 1962.
2. Г. С. Васильев. Нормы для расчета плана формирования поездов. Вестник Всесоюзного научно-исследовательского института железнодорожного транспорта, № 8, 1964.
3. G. Potthoff. Die Wagenretention Deutsche Eisenbahn Technik, 7, Juli, Dresden, 1964.



И. Г. ШЕКРИЛАДЗЕ

О МЕХАНИЗМЕ ПУЗЫРЬКОВОГО ПАРООБРАЗОВАНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Ландиа 21.9.1965)

Изучение процесса пузырькового парообразования (кипения) является одной из важнейших проблем современной теплофизики. Несмотря на большое число исследований, не существует достаточно обоснованных представлений о механизме этого процесса. Имеющиеся количественные обобщения фактически носят чисто эмпирический характер и зачастую не учитывают роли ряда основных факторов, влияющих на протекание процесса.

Результаты проведенных в последнее время исследований механизма пузырькового парообразования противоречат некоторым общепринятым представлениям об особенностях этого явления.

В данной статье кратко излагаются результаты теоретического исследования, выявившего определяющую роль фазового превращения на поверхности зародившегося на греющей стенке парового пузыря в гидродинамике процесса пузырькового парообразования. Построенная на основе результатов этого исследования новая физическая модель процесса, по существу отличающаяся от известных, позволяет объяснить основные экспериментальные факты, характеризующие процесс пузырькового парообразования.

Большинство исследователей процесса пузырькового парообразования исходят из предположения, что высокая интенсивность теплоотдачи, характеризующая этот процесс, обусловлена перемешиванием жидкости, вызванным зарождением и отрывом паровых пузырей от поверхности нагрева [1—6].

Для объяснения экспериментально обнаруженных периодических резких спадов температуры на поверхности нагрева при пузырьковом парообразовании в работе [7] была выдвинута гипотеза, в принципе отличающаяся от рассмотренной. Эта так называемая гипотеза испарения микрослоя предполагает, что поверхность нагрева охлаждается испарением микрослоя жидкости, отделяющего пузырь от поверхности нагрева. В дальнейшем более детальные эксперименты по изучению флуктуации температуры стенки [8, 9] показали, что сразу после зарождения пузыря в зоне центра парообразования температура поверх-

ности нагрева испытывает резкий спад и вновь достигает максимального значения лишь после отрыва пузыря. Этот важный экспериментальный факт противоречит принятому в исследованиях [1—6] предположению, согласно которому сразу после отрыва пузыря поверхность нагрева должна иметь минимальную температуру в связи с замещением объема пузыря более холодными массами жидкости. Что касается гипотезы испарения микрослоя, то она хорошо объясняет характер зафиксированных в работах [8, 9] флуктуаций. Однако указанная гипотеза противоречит тому общеизвестному экспериментальному факту, что при умеренных тепловых потоках (именно такие режимы исследовались в работах [8, 9]) основное количество тепла от поверхности нагрева отводится жидкостью и что доля теплоты испарения непосредственно на поверхности нагрева в общем количестве отводимого тепла незначительна.

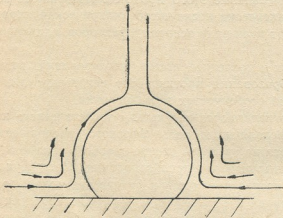


Рис. 1

Анализируя создавшееся положение, ряд исследователей приходит к выводу, что в реальных условиях пузырькового парообразования отвод тепла осуществляется совместным действием обоих указанных механизмов процесса [10—12]. Но и при таком подходе все же не устраняются вышеизложенные противоречия и до настоящего времени отсутствует обоснованная физическая модель процесса.

Рассмотрим явления на поверхности раздела фаз в процессе зарождения и роста парового пузыря на поверхности нагрева (рис. 1).

После того как поверхность несколько перегреется относительно температуры насыщения, в центре парообразования, представляющем собой углубление на поверхности нагрева, зарождается паровой пузырь. Зародившийся пузырь окружен перегретой жидкостью, и на всей его поверхности протекает процесс испарения. Условия подвода тепла к поверхности пузыря несимметричны. На участках поверхности раздела, близких к стенке, испарение идет гораздо интенсивнее, чем на противоположной стороне пузыря, и удельный поток испаряющейся жидкости резко падает с удалением от основания пузыря к его лобовой части. Ввиду того что испарение представляет собой процесс вылета из жид-

кости молекул, обладающих наибольшими скоростями, на поверхность раздела действует определенное реактивное усилие, направленное в сторону жидкости. Это усилие, вызывающее локальное увеличение давления, из-за изогнутости поверхности пузыря приводит к некоторому локальному уменьшению поверхностного натяжения.

В связи с неравномерностью испарения на поверхности пузыря величина указанного локального изменения поверхностного натяжения будет меняться с перемещением от основания, где оно будет иметь максимальное значение, к лобовой части пузыря. Вследствие этого на поверхности пузыря возникнет градиент поверхностного натяжения и появятся касательные силы, которые приведут к возникновению циркуляционных течений как в жидкой, так и в паровой фазах (рис. 1).

Следует отметить, что неравномерность испарения через поверхность пузыря приведет также и к неравномерности температуры на поверхности раздела, что также вызовет возникновение градиента поверхностного напряжения, направленного в ту же сторону, что и в первом случае. Однако, в связи с тем что термическое сопротивление фазового перехода при испарении жидкости весьма мало, на поверхности раздела фаз температура незначительно будет отличаться от температуры насыщения пара, находящегося внутри пузыря.

Проведем приближенную оценку интенсивности возникающих в жидкой фазе циркуляционных течений.

Локальное изменение давления, вызванное испарением жидкости, можно представить в следующем виде:

$$\Delta P = \frac{q}{r} \bar{C} \approx 1,27 \frac{q}{r} \sqrt{r - P(v'' - v')}, \quad (1)$$

где

q —локальное значение удельного теплового потока;

r —скрытая теплота испарения;

\bar{C} —среднеарифметическое значение нормальных составляющих скоростей вылетающих молекул;

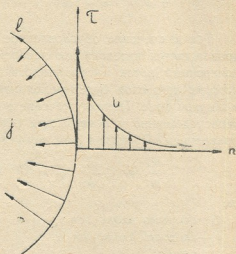


Рис. 2. Схема течения вдоль поверхности раздела

P —абсолютное давление;

v'' —удельный объем пара;

v' —удельный объем жидкости.

В случае пузыря с радиусом R указанный прирост давления приведет к соответствующему уменьшению поверхностного натяжения

$$\Delta\sigma = -\frac{R\Delta P}{2} \approx -0,635 \frac{Rq}{r} \sqrt{r - P(v'' - v')}, \quad (2)$$

Касательное напряжение, возникшее на поверхности пузыря в связи с неравномерностью испарения, будет равно

$$\tau = \frac{d\sigma}{de} \approx -0,635 \frac{R}{r} \sqrt{r - P(v'' - v')} \frac{dq}{de}. \quad (3)$$

Так как течение, обусловленное этим касательным напряжением, сопровождается интенсивным испарением на поверхности раздела фаз, поперечный поток массы аналогично случаю течения с отсасыванием пограничного слоя будет резко сжимать область градиента скоростей в жидкой фазе. Поэтому течение в основном имеет место в узком слое непосредственно у поверхности раздела и оно может быть описано уравнением Прандтля для пограничного слоя:

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial e} + V \frac{\partial U}{\partial n} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial e} + \nu \frac{\partial^2 U}{\partial n^2}, \quad (4)$$

где

U —скорость вдоль оси i ;

V —скорость вдоль оси n ;

t —время;

ρ —плотность жидкости;

ν —коэффициент кинематической вязкости жидкости.

Наличие значительного поперечного потока позволяет в первом приближении пренебречь также продольным инерционным членом $U \frac{\partial U}{\partial e}$, по сравнению с поперечным $V \frac{\partial U}{\partial n}$. Далее, рассматривая течение стационарным и учитывая отсутствие градиента давления, уравнение (4) для нашего случая можно переписать в следующем упрощенном виде:

$$-j \frac{dU}{dn} = \mu \frac{d^2 U}{dn^2}, \quad (5)$$

где

$$j = \frac{q}{r} = -V\rho; \quad \mu = \nu\rho.$$

Уравнение (5) решается при граничных условиях

$$\begin{aligned} U &= 0 \quad \text{при} \quad n = \infty, \\ \mu \frac{dU}{dn} &= -\tau \quad \text{при} \quad n = 0. \end{aligned} \quad (6)$$

Решение дает профиль скоростей

$$U = \frac{\tau}{j} e^{-jn/\mu}. \quad (7)$$

Проинтегрировав профиль скоростей от поверхности раздела до бесконечности, получим соотношение для определения расхода жидкости, прокачиваемой пузырем вдоль полосы своей поверхности, шириной в единицу длины:

$$W = \int_0^{\infty} U dn = \frac{\tau}{j} \int_0^{\infty} e^{-jn/\mu} dn = \frac{\tau \mu}{j^2}. \quad (8)$$

Для определения τ зададимся распределением теплового потока через поверхность раздела:

$$q = \frac{\bar{q}}{2} \left(\frac{L}{l} \right)^{1/2}, \quad (9)$$

где l отсчитывается от основания пузыря и

$$q = \frac{1}{L} \int_0^L q dl.$$

Определяя τ с помощью выражений (9) и (3) и внося в (8), получаем окончательное соотношение для определения W :

$$W \approx 0,159 \frac{\mu R}{j l} \sqrt{r - P(v'' - v')} \left(\frac{L}{l} \right)^{1/2}. \quad (10)$$

Оценка количества жидкости, прокачиваемой одиночным пузырем водяного пара в условиях пузырькового парообразования при атмосферном давлении, проведенная при помощи приближенного уравнения (10), показывает, что в течение времени нахождения на поверхности нагрева пузырь прокачивает объем жидкости, примерно на три порядка превосходящий его собственный объем. (Необходимые для этой оценки количественные данные брались из работы [13]). Полученный результат с учетом очевидности того обстоятельства, что перемешивание жидкости в связи с замещением объема пузыря более холодными массами при его отрыве от поверхности нагрева является несоизмеримо менее интенсивным, дает основание заключить, что вышеописанный механизм

отвода тепла в пристенном слое играет основную роль в процессе пузырькового парообразования.

Рассмотрим в свете полученных результатов цикл зарождения, роста и отрыва парового пузыря.

После отрыва предыдущего пузыря от поверхности нагрева в окрестности центра парообразования наступает период наименьших конвекционных перемешиваний жидкости, т. е. период наихудших условий отвода тепла. Поверхность перегревается (в полном соответствии с данными работ [8, 9]), и создаются условия для зарождения нового пузыря. Зародившийся пузырь оказывается в области наибольшего градиента температур, и на его окружности удельный поток испаряющейся жидкости оказывается резко неравномерным. В связи с этим пузырь одновременно с ростом начинает интенсивно откачивать жидкость из слоев, расположенных в непосредственной близости от поверхности нагрева. Поступающие взамен более холодные массы жидкости вызывают резкое охлаждение поверхности. Этот период соответствует периоду резкого спада температуры стенки, зафиксированному в момент зарождения пузыря в исследованиях [8, 9]. Прокачивание жидкости пузырем, со своей стороны, приводит к появлению гидродинамических сил, прижимающих паровой пузырь к поверхности нагрева. Учитывая то обстоятельство, что, согласно последним экспериментальным данным [8], поверхность непосредственного контакта пузыря со стенкой гораздо меньше, чем это предполагалось ранее [13], можно заключить, что возникшие гидродинамические силы будут превосходить силы поверхностного натяжения в сечении отрыва пузыря и отрывной диаметр пузыря в основном будет определяться балансом между подъемными и указанными гидродинамическими силами.

Этот вывод подтверждается результатами наблюдений за стрывом паровых пузырей, согласно которым в период нахождения на поверхности нагрева горизонтальная ось пузыря длиннее вертикальной [7, 14—16]. Указанный механизм отрыва объясняет и статистическое разнообразие величин отрывных диаметров пузырей, наблюдаемое в опытах. После достижения пузырем некоторого размера, зависящего и от локальных тепловых условий, подъемная сила превзойдет прижимающие силы и пузырь оторвется от поверхности нагрева. В окрестности центра парообразования поверхность снова начнет перегреваться и вновь создадутся условия для зарождения следующего пузыря и т. д.

На основании изложенного следует заключить, что выдвинутая в данной работе физическая модель процесса позволяет дать объяснение всем основным экспериментальным фактам, характеризующим процесс пузырькового парообразования.

Физико-технический институт

(Поступило в редакцию 22.9.1965)

0. შიშრილაძე

ბუშტოვანი ორთქლწარმოქმნის მექანიზმის
შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

უახლესი ექსპერიმენტული მონაცემები ბუშტოვანი დუღილის დარგში ეწინააღმდეგება იმ თეორიულ მოსაზრებებს, რომლებიც ამჟამად საფუძვლად უდევს დუღილის პროცესში სითბოს გადაცემის შესწავლას. სტატიაში თეორიული ანალიზის საფუძველზე წამოყენებულია პროცესის ახალი ფიზიკური მოდელი, რომელიც საშუალებას იძლევა აიხსნას ყველა ძირითადი ექსპერიმენტული ფაქტი, რომელიც ახასიათებს ბუშტოვანი ორთქლწარმოქმნის პროცესს.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. M. Jakob. Heat transfer, vol. 1, Wiley, New-York, 1949.
2. Г. Н. Кружилин. Теплоотдача от поверхности нагрева к кипящей однокомпонентной жидкости при свободной конвекции. Известия АН СССР, ОТН, № 7, 1948.
3. С. С. Кутателадзе. Теплопередача при конденсации и кипении. Машгиз, 1949.
4. W. Rohsenow. Heat Transfer with evaporation. Heat transfer, a Symposium held at the University of Michigan during the summer of 1952, University of Michigan, 1953.
5. Д. А. Лабунцов. Приближенная теория теплообмена при развитом пузырьковом кипении. Изв. АН СССР, ОТН, энергетика и транспорт, № 1, 1963, 58—71.
6. С. С. Кутателадзе, А. И. Леонтьев, А. Г. Кирдяшкин. К теории теплообмена при пузырьковом кипении. Инженерно-физический журнал, № 1, 1965, 7—10.
7. F. D. Moore and R. B. Mesler. The measurement of rapid surface temperature fluctuations during nucleate boiling of water. Amer. Inst. Chem. Engrs J., 7, 1961, 620.
8. Toribai Kin-ichi, Hori Masao и др. Boiling heat transfer and burnout mechanism in boiling-water cooled reactor. 3-rd U. N. Internat. Conf. Peaceful Uses of Atomic Energy, 1964 (preprint), Sa № 580.
9. T. F. Rogers and R. B. Mesler. An experimental study of surface cooling by bubbles during nucleate boiling of water. Amer. Inst. Chem. Engrs J., 10 5, 1964, 656—660.
10. N. Zuber. Nucleate boiling, the region of isolated bubbles and the similarity with natural convection. Ent. J. Heat Mass Transfer, vol. 6, № 1, 1963, 53—78.
11. C. I. Ballis and H. H. Jawurek. The mechanism of nucleate boiling. 3-rd U. N. Internat. Conf. Peaceful Uses Atom. Energy, 1964 (preprint), s. a. № 600.

12. N. Zuber. Recent trends in boiling heat Transfer research. Part I, Nucleate pool boiling. *Appl. Mech. Revs.*, 17, № 9, 1964, 663—672.
13. В. Фритц и В. Энде. Исследование механизма парообразования с помощью кино съемки паровых пузырей. В сб.: „Вопросы физики кипения“, изд. „Мир“, М., 1964.
14. K. Yamagata, F. Hirano, K. Nishikawa and H. Matsuoka. Nucleate boiling of water on a horizontal surface. *Mem. Fac. Engr. Kyushu Univ.*, 15, 2, 1955, 97.
15. John B. Roll and John E. Myers. The effect of surface tension on factors in boiling heat transfer. *Amer. Inst. Chem. Engrs. J.*, 10, 4, 1964, 530—534.
16. A. J. Lowery and J. W. Westwater. Heat transfer to boiling methanol—Effect of added agents. *Industrial and Engineering Chemistry*, vol. 49, № 9, September, 1957, 1445—1448.



МЕТАЛЛУРГИЯ

Ф. Н. ТАВАДЗЕ (академик АН ГССР), В. А. ПИРЦХАЛАИШВИЛИ,
Н. А. ХУЦИШВИЛИ

ВЛИЯНИЯ АЗОТА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА АУСТЕНИТНЫХ ХРОМОМАНГАНЦЕВЫХ И ХРОМОМАНГАНЦЕВОНИКЕЛЕВЫХ СТАЛЕЙ

Введение азота в состав хромоманганцевых аустенитных сталей сильно расширило область их практического применения, и они успешно конкурируют с некоторыми аустенитными хромоникелевыми сталями [1].

Известно, что азот сильно расширяет аустенитную область, а способность азота стабилизировать аустенит в 20 раз превосходит таковую никеля [2—6]. Целесообразность одновременного введения в сталь азота и марганца обусловлена еще тем, что последний, в отличие от никеля, повышает растворимость углерода и азота в аустените и затрудняет выделение избыточных фаз [6, 7].

Объектом нашего исследования явились аустенитные хромоманганцевые и хромоманганцевоникелевые стали, композиции которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

№	Композиции сталей	Содержание элементов, вес. %		
		Cr	Mn	Ni
1	15 % Cr — 16 % Mn	15,0	16,0	—
2	15 % Cr — 12 % Mn	15,0	12,0	—
3	15 % Cr — 12 % Mn—3 % Ni	15,0	12,0	3,0
4	20 % Cr — 12 % Mn—3 % Ni	20,0	12,0	3,0

Выбор указанных композиций сталей обусловлен тем, что они лежат в основе ряда сплавов, используемых в промышленности.

Методика исследования подробно описана в ранее опубликованной работе [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Влияние азота на сталь типа 15%Cr—16%Mn

Влияние азота на структуру и свойства стали, содержащей 15% хрома и 16% марганца, изучалось на сплавах с концентрацией азота от 0,05 до 0,66% (табл. 2).

Структура всех этих сталей аустенитная. Начиная с концентрации азота 0,40%, в структуре возникает избыточная фаза—нитрид, количество которой увеличивается с ростом концентрации азота. Отжиг и стабилизация способствуют более интенсивному выделению нитридов из твердого раствора.

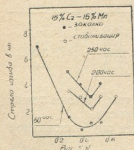
Таблица 2

№ сплавов	Содержание элементов, вес. %						
	N	Cr	Mn	C	Si	S	P
1	0,05	14,85	15,95	0,05	0,10	0,02	Следы
2	0,29	15,12	15,65	"	"	"	"
3	0,38	15,12	15,75	"	"	"	"
4	0,46	14,85	15,80	"	"	"	"
5	0,54	14,85	16,25	"	"	"	"
6	0,66	14,85	15,80	"	"	"	"

Твердость и электросопротивление сплавов с повышением концентрации азота заметно возрастают. Что касается микротвердости твердого раствора, то до содержания 0,40% азота она возрастает, а выше остается почти неизменной.

Начиная с концентрации азота 0,50% и выше, выплавка сталей сопровождается искрением, связанным с удалением избыточного азота, в результате чего слитки получают пористыми.

На фиг. 1 дана зависимость сопротивления деформации стали 15%Cr—16%Mn при температуре 700°C от концентрации в ней азота. С повышением содержания азота до 0,30% сопротивление деформации резко возрастает, от 0,30 до 0,45% происходит дальнейший, но менее интенсивный рост сопротивления деформации сплавов и, наконец, выше 0,45% наблюдается падение сопротивления деформации, обусловленное наличием пор в образцах. Поэтому судить о влиянии азота на способность стали 15%Cr—16%Mn сопротивляться деформации можно лишь до концентрации азота 0,50%.



Фиг. 1. Влияние азота на сопротивление деформации стали типа 15%Cr—16%Mn при температуре 700°C

Стабилизация способствует некоторому повышению сопротивления деформации, особенно заметно ее влияние на сплавах, содержащих 0,40—0,45% азота.

II. Влияние азота на сталь типа 15%Cr—12%Mn

Понижение концентрации марганца ниже 15—16% в аустенитной хромомарганцевой стали приводит к появлению в структуре феррит- и

метастабильной α -фазы, а также к заметному уменьшению растворимости азота в жидкой стали.

Влияние азота на структуру и свойства стали, содержащей 15% хрома и 12% марганца, изучалось на сплавах с концентрацией азота от 0,05 до 0,29% (табл. 3).

Таблица 3

№ сплавов	Содержание элементов, вес. %						
	N	Cr	Mn	C	Si	S	P
1	0,05	15,00	11,84	0,05	0,10	0,02	Следы
2	0,11	15,03	11,90	"	"	"	"
3	0,15	14,85	12,15	"	"	"	"
4	0,21	15,10	11,80	"	"	"	"
5	0,29	14,90	12,05	"	"	"	"

Структура сталей типа 15% Cr—12% Mn с концентрацией азота до 0,22% двухфазная, аустенитно-ферритная, а выше этой концентрации полностью аустенитная. Однако уже при содержании 0,29% азота слитки были сплошь пронизаны порами.

Микроструктурный анализ свидетельствует о том, что в исследуемых сплавах с концентрацией азота 0,24—0,26%, т. е. до момента образования пористых слитков, нитриды в структуре не возникают. Получение здоровых сплавов с более высокой концентрацией азота в условиях плавки при атмосферном давлении невозможно.

Твердость, микротвердость и электросопротивление сплавов с повышением содержания азота возрастают, что находится в полном соответствии со структурными изменениями.

С повышением концентрации азота сопротивление деформации при температуре 700°C стали 15% Cr—12% Mn резко возрастает (фиг. 2). Это связано с уменьшением количества ферритной составляющей в структуре и с повышением концентрации азота в твердом растворе. При содержании азота 0,24—0,26% сталь 15% Cr—12% Mn обладает наибольшим сопротивлением деформации и имеет полностью аустенитную структуру. И неслучайно, что стали типа 15% Cr—16% Mn и 15% Cr—12% Mn, содержащие 0,20% азота, имеют примерно одинаковое сопротивление деформации (фиг. 1 и 2).

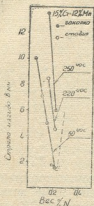
III. Влияние азота на сталь типа 15% Cr—12% Mn—3% Ni

Никель, дополнительно расширяя аустенитную область в системе железо—хром—марганец, позволяет избежать появления феррита в структуре хромомарганцевой стали, содержащей 12% марганца и 0,05% азота (табл. 4).

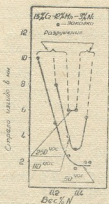
Структура стали типа 15% Cr—12% Mn—3÷6% Ni с концентрацией азота от 0,05% и выше аустенитная, начиная с 0,35%, из аустенита выделяются нитриды, а при 0,40% слитки приобретают значительную пористость.

Изменения твердости, микротвердости и электросопротивления от концентрации азота не противоречат структуре.

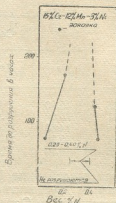
Зависимость сопротивления деформации стали типа 15%Cr—12%Mn—3%Ni при температуре 700°C от содержания азота отличается от таковой сталей типа 15%Cr—16%Mn и 15%Cr—12%Mn (фиг. 1, 2 и 3).



Фиг. 2. Влияние азота на сопротивление деформации стали типа 15%Cr—12%Mn при температуре 700°C



Фиг. 3. Влияние азота на сопротивление деформации стали типа 15%Cr—12%Mn—3%Ni при температуре 700°C



Фиг. 4. Влияние азота на время до разрушения стали типа 15%Cr—12%Mn—3%Ni при температуре 700°C

Показатели сопротивления деформации длительностью 50 часов свидетельствуют о том, что до концентрации азота 0,35% происходит резкое повышение сопротивления деформации, а от 0,35 до 0,45—0,50% оно почти не изменяется. В свою очередь, 110 и 250-часовые показатели сопротивления деформации показывают, что сплавы с концентрацией

Таблица 4

№ сплавов	Содержание элементов, вес. %							
	N	Cr	Mn	Ni	C	Si	S	P
1	0,05	15,05	11,90	3,05	0,05	0,10	0,02	Следы
2	0,20	15,10	12,05	3,00	"	"	"	"
3	0,31	15,00	12,00	3,02	"	"	"	"
4	0,36	15,15	12,20	3,10	"	"	"	"
5	0,42	15,20	12,25	3,05	"	"	"	"
6	0,47	14,90	11,95	3,00	"	"	"	"

азота до 0,25% и выше 0,40% претерпевают разрушение, а сплавы, содержащие азот в пределах 0,25—0,40%, не разрушаются даже за более длительный период (фиг. 3). Это может быть выражено также зависимостью времени до разрушения стали от концентрации в ней азота

(фиг. 4). Причиной разрушения стали с концентрацией азота от 0,40% и выше является пористость слитков. Сопоставляя диаграммы сопротивления деформации сталей типа 15% Cr—16% Mn и 15% Cr—12% Mn—3% Ni, можно предположить, что причиной разрушения стали типа 15% Cr—12% Mn—3% Ni, содержащей до 0,25% азота, является никель, приводящий, по-видимому, к субмикроскопическим выделениям по границам зерен аустенита.

IV. Влияние азота на стали типа 20% Cr—12% Mn—3% Ni

Наличие 3% никеля в составе азотсодержащих аустенитных хромомарганцевых сталей дает возможность значительно повысить в них концентрацию хрома, что, со своей стороны, должно положительно отразиться на свойствах аустенитной хромомарганцевой стали и особенно на ее коррозионной стойкости. С этой точки зрения изучение структуры и свойств стали типа 20% Cr—12% Mn—3% Ni в зависимости от содержания азота не лишено интереса (табл. 5).

Таблица 5

№ сплавов	Содержание элементов, вес. %							
	N	Mn	Cr	Ni	C	Si	S	P
1	0,05	12,05	20,40	3,02	0,05	0,10	0,02	Следы
2	0,21	12,00	20,04	3,00	"	"	"	"
3	0,35	12,15	20,04	3,10	"	"	"	"
4	0,44	12,22	20,15	3,05	"	"	"	"
5	0,53	11,95	19,89	2,98	"	"	"	"
6	0,60	11,88	20,31	2,97	"	"	"	"
7	0,70	12,12	20,00	3,00	"	"	"	"

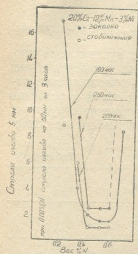
Структура стали типа 20% Cr—12% Mn—3% Ni с концентрацией азота до 0,30% аустенитно-ферритная, а при концентрации азота более 0,30% ферритные включения исчезают и структура становится полностью аустенитной. Нитриды, выделение которых вначале происходит преимущественно по границам зерен, возникают в структуре стали при содержании в ней азота около 0,30—0,35%.

Отмеченные структурные изменения, происходящие с ростом концентрации азота в стали типа 20% Cr—12% Mn—3% Ni, полностью подтверждаются данными, полученными методами измерения твердости, электросопротивления и микротвердости отдельных фазовых составляющих.

В свою очередь, показатели сопротивления деформации стали типа 20% Cr—12% Mn—3% Ni при температуре 700°C в зависимости от содержания азота также находятся в соответствии с закономерностями, полученными с помощью микроструктурного анализа и других вышеперечисленных методов (фиг. 5).

Резкое повышение сопротивления деформации при температуре 700°C с ростом концентрации азота до 0,30% связано в основном с уменьшением в структуре ферритной составляющей, а выше этой кон-

пентрации азота последующий рост сопротивления деформации уже обусловлен повышением содержания азота в γ -твердом растворе. Максимальным сопротивлением деформации обладают сплавы с концентрацией азота в пределах 0,44—0,60%. Однако дальнейшее повышение содержания азота приводит к резкому падению сопротивления деформации, что вызывается обилием пор и дефектов в слитке.



Фиг. 5. Влияние азота на сопротивление деформации стали типа 20%Cr—12%Mn—3%Ni при температуре 700°C

Стабилизация наиболее эффективна для сталей с аустенитной структурой, содержащих азот в пределах 0,40—0,60%. В результате стабилизации сопротивление деформации стали типа 20%Cr—12%Mn—3%Ni с содержанием азота от 0,40 до 0,60% заметно возрастает, по сравнению с таковым закаленных сталей.

Выводы

1. Концентрация азота до 0,30%, т. е. до предела его растворимости в аустените, резко повышает сопротивление деформации стали типа 15%Cr—16Mn при температуре 700°C. Дальнейший рост концентрации азота оказывает малозаметное влияние, а содержание его более 0,50% уже резко снижает сопротивление деформации этой стали, что связано с образованием пористых слитков.
2. С повышением концентрации азота сопротивление деформации стали типа 15%Cr—12%Mn при температуре 700°C резко возрастает, что в основном связано с уменьшением в структуре количества ферритной составляющей. Максимальным сопротивлением деформации обладает сталь, имеющая полностью аустенитную структуру. Эту структуру сталь типа 15%Cr—12%Mn обретает при концентрации азота в пределах 0,24—0,26%.
3. Получение здоровых слитков стали типа 15%Cr—12%Mn с концентрацией азота более 0,24—0,26% в условиях плавки при атмосферном давлении невозможно.

4. Показатели сопротивления деформации стали типа 15% Cr—12% Mn—3% Ni при температуре 700°C свидетельствуют о том, что стали с концентрацией азота до 0,25% и выше 0,40% претерпевают разрушение, тогда как стали, содержащие азот в пределах 0,25—0,40%, не разрушаются в течение значительно более длительного срока и обладают гораздо более высоким сопротивлением деформации.

5. Резкое повышение сопротивления деформации с ростом концентрации азота до 0,30% связано главным образом с уменьшением в структуре стали типа 20% Cr—12% Mn—3% Ni ферритной составляющей, а выше этой концентрации азота последующий рост сопротивления деформации уже обусловлен повышением содержания азота в γ -твердом растворе. Максимальным сопротивлением деформации обладают стали с концентрацией азота в пределах 0,44—0,60%. Однако дальнейшее повышение содержания азота приводит к резкому падению сопротивления деформации, что также вызвано обилием пор и дефектов в слитке.

6. Наибольшим сопротивлением деформации из числа всех рассмотренных здесь типов сталей обладает сталь типа 20% Cr—12% Mn—3% Ni с содержанием азота в пределах 0,44—0,60%.

7. Благоприятное влияние стабилизации на сопротивление деформации исследуемых четырех основных композиций сталей при температуре 700°C оказывается наиболее существенным лишь для сталей с такой концентрацией азота, при которой они обладают максимальным сопротивлением деформации. Наибольшая эффективность стабилизации достигается в стали типа 20% Cr—12% Mn—3% Ni, содержащей азот в пределах 0,44—0,60%.

Грузинский институт металлургии

(Поступило в редакцию 15.2.1965)

მეტალურგია

მ. თაბაქი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი),
ვ. ზირცხალაიშვილი, ნ. ხუციშვილი

აზოტის ბავშვანა ქრომმანგანუმინი და ქრომმანგანუმინიკელიანი ფოლადების სტრუქტურასა და თვისებებზე

რ ე ხ ი უ მ ე

სტატიაში გამოკვლეულია აზოტის გავლენა ქრომმანგანუმინი და ქრომმანგანუმინიკელიანი ფოლადების სტრუქტურასა და თვისებებზე. დადგენილია, რომ:

1. 15% Cr—16% Mn ტიპის ფოლადის დეფორმაციის წინააღმდეგობა 700° ტემპერატურაზე მკვეთრად იზრდება, მასში აზოტის 0,30% რაოდენობამდე ზრდის დროს. მისი შემდგომი ზრდა უმნიშვნელო გავლენას ახდენს აღნიშნულ თვისებებზე, ხოლო 0,50%-ზე მეტი შეცულობის შემთხვევაში ფოლადის დეფორმაციის წინააღმდეგობა მკვეთრად ეცემა.



2. 15 % Cr—12 % Mn ტიპის ფოლადს 700° ტემპერატურაზე მაქსიმალური წინააღმდეგობა ახასიათებს, როდესაც იგი მთლიანად აუსტენიტურ სტრუქტურას ღებულობს; ეს კი მიიღწევა მაშინ, როდესაც მასში აზოტის რაოდენობა 0,24—0,26 %-ს აღწევს.

3. 15 % Cr—12 % Mn—3 % Ni ტიპის ფოლადებს 700 ° ტემპერატურაზე დეფორმაციის მაღალი წინააღმდეგობა ახასიათებთ 0,25 %-მდე აზოტის შეცულობის დროს.

4. გამოკვლეული ფოლადებიდან დეფორმაციის უდიდესი წინააღმდეგობა ახასიათებს 20 % Cr—12 % Mn—3 % Ni ტიპის ფოლადს, მასში 0,44—0,60 % ზღვრებში აზოტის შეცულობის შემთხვევაში.

დასრულებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Черная металлургия капиталистических стран. т. V. М., 1957.
2. H. Kreiner, O. Mirt. Das Zustandsschaubild stickstoffhaltiger Chrom-Mangan Stähle. Arch. Eisenhüttenwesen, 15, 1962, 467.
3. B. J. Corney. Nickel-free and Low Nickel Austenitic Stainless Steels. Steel, № 19, 137, 1955.
4. C. M. Chsiao, E. T. Dulis. Precipitation Reactions in Austenitic Cr-Mn-C-N Stainless Steels. Trans. ASM, 49, 655, 1957.
5. C. M. Chsiao, E. T. Dulis. Phase Relationship in Austenitic Cr-Mn-C-N Stainless Steels. Trans. ASM, 50, 773, 1958.
6. Нискиори, Киндзоку. Экономия никеля в нержавеющей стали. Metals, 26, № 9, 665—669, 1956. РЖМ, № 10, 1957, 20260.
7. В. И. Просвири, Н. П. Аганова. Азот в стали. ЦНИИТМАШ, 29, 1950.
8. ფ. ნ. თავაძე, ვ. ა. პირცხალაიშვილი, ნ. ლ. ხუციშვილი. Влияние хрома на структуру и свойства азотосодержащих аустенитных хромомарганцевых и хромомарганцевоникелевых сталей. Сообщения АН ГССР, XL:1, 1965.

АВТОМАТИКА И ТЕЛЕМЕХАНИКА

М. Г. ГОГОБЕРИДЗЕ

ПЕРЕВОД ЧИСЕЛ ИЗ СИСТЕМЫ ОСТАТОЧНЫХ КЛАССОВ
В ПОЗИЦИОННУЮ СИСТЕМУ СЧИСЛЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 25.6.1965)

Перевод чисел из системы остаточных классов (СОК) в позиционную систему счисления представляет особый интерес, так как арифметические операции сложения и умножения в коде в остатках выполняются за одно и то же время.

Для использования СОК в машине необходимо решить вопрос оптимального перевода чисел из СОК в позиционную систему счисления. В настоящее время известны различные алгоритмы перевода.

Рассмотрим систему кода в остатках с основаниями $p_1, p_2, \dots, p_{n-1}, p_n$. Соответствующие цифры кода обозначим $x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, x_n$.

В СОК в качестве основания системы должны быть выбраны такие простые целые числа $p_1, p_2, \dots, p_{n-1}, p_n$, произведение которых

$$P = \prod_{i=1}^n p_i, \quad (1)$$

является диапазоном системы счисления $[0, P)$.

Следовательно, возможно однозначно представлять в вышеуказанном диапазоне любое целое число X , т. е.

$$0 \leq X \leq P - 1. \quad (2)$$

Наличие цифр, которым придается определенный вес в обычном позиционном числовом представлении, значительно облегчает определение величины числа. Однако каждой цифре кода в СОК можно придать вес таким образом, чтобы сумма произведений цифр на их веса по Mod P была действительным натуральным числом в соответствующей системе с весами. Этот метод преобразования известен под названием «китайская теорема об остатке».

Процесс преобразования определяется следующим выражением [1,2]:

$$x_1 a_1 \frac{P}{p_1} + x_2 a_2 \frac{P}{p_2} + \dots + x_{n-1} a_{n-1} \frac{P}{p_{n-1}} + x_n a_n \frac{P}{p_n} \equiv X \pmod{P}. \quad (3)$$

Для любого основания p_1 существуют система q_i и целое число a_i :

$$q_i = \frac{P}{p_i} \cdot a_i, \quad (4)$$

$$a_i = \frac{P}{p_i} \equiv 1 \pmod{P}. \quad (5)$$

Из работ [3, 4] для некоторых оснований были вычислены ортогональные базисы q_i и соответствующие числа a_i (см. таблицу).

Основание	P	q_2	q_3	q_5	q_7	q_{11}	q_{13}	q_{17}
[2, 3]	6	3	4 ³					
[2, 3, 5]	30	15	10	6				
[2, 3, 5, 7]	210	105	70	126	120			
[2, 3, 5, 7, 11]	2310	1155	1540	1386	330	210		
[2, 3, 5, 7, 11, 13]	30030	15015	20020	6006	25740	16380	6930	
[2, 3, 5, 7, 11, 13, 17]	510510	255255	170170	306306	145860	46410	157080	450450

Основание	[2, 3]	[2, 3, 5]	[2, 3, 5, 7]	[2, 3, 5, 7, 11]	[2, 3, 5, 7, 11, 13]	[2, 3, 5, 7, 11, 13, 17]
a	12	111	2357	12311	121663	11321415

Рассмотрим пример при основании:

$$p_1 = 2, \quad p_2 = 3, \quad p_3 = 5, \quad p_4 = 7 \quad \text{и} \quad (x_1, x_2, x_3, x_4) = (1, 2, 0, 2),$$

$$105x_1 + 70x_2 + 126x_3 + 120x_4 \equiv X \pmod{210},$$

т. е.

$$105(1) + 70(2) + 126(0) + 120(2) \equiv 485,$$

$$485 \equiv X \pmod{210},$$

$$X = 65.$$

Однако применение китайской теоремы об остатках не является удобным методом преобразования числа в обычную систему счисления. Причина этого заключается в том, что в вычислительной машине, работающей в СОК, сложение и умножение должны выполняться по модулю p_i , а не по модулю P , как требуется по теореме. Следовательно, реализация такого способа в СОК потребовала бы специального оборудования.

Представляет большой интерес изыскание таких базисов, для которых результат перевода мог бы всегда быть найден непосредственно лежащим в диапазоне $[0, P)$.

В работе [5] вводится понятие минимального базиса для выражения в СОК. Доказывается свойство минимального базиса, его отличие от ортогонального и метод вычисления.

Минимальным базисом в СОК автор называет такую совокупность целых $\{b_i\}$ $i = 1, 2, \dots, n-1, n$, в которой любое целое число, удовлетворяющее неравенству

$$0 \leq X \leq P = \prod_{i=1}^n p_i,$$

представляется единственным образом в виде суммы

$$X = \sum_{i=1}^n a_i^* b_i, \quad (6)$$

где $0 \leq a_i^* < p_i$, $b_i > 0$, a_i^* — целое число.

Матрица $b_i^{(j)}$ ($i, j = 1, 2, \dots, n-1, n$) элементов минимального базиса, когда модули расположены в порядке возрастания, является треугольной.

Рассмотрим пример. Перевести число $(1, 2, 3)$, заданное в СОК $p_1=2, p_2=3, p_3=5$, в десятичную систему. Матрица $b_i^{(j)}$ принимает вид

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$X = (1, 2, 3) = (x_1, x_2, x_3).$$

Таким сопоставлением автор указывает алгоритм перевода чисел из СОК в позиционную систему:

1. Вычитается b_1 из X до тех пор, пока не превратится в нуль первый элемент представления (x_1) . Число вычитаний укажет величину множителя a_1^* .
2. Вычитается b_2 из полученной разности $X^* = X - a_1^* b_1$ до уничтожения второго элемента. Число вычитаний укажет величину множителя a_2^* .

$$X^{**} = X^* - a_2^* b_2.$$

3. Вычитается b_3 до уничтожения 3-го элемента и т. д.

Для данного примера

$$X = 1 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 3 \cdot 6 = 23.$$

Однако схемная реализация описанного выше способа вызывает определенные трудности, так как процесс длится достаточно долгое время,

управление усложняется и часто требуется операция сравнения, что нежелательно для вычислительной машины, работающей в СОК.

В настоящей работе разработан способ перевода, при помощи которого преобразование чисел из СОК в позиционную систему выполняется значительно быстрее и проще.

Перепишем выражение (6) в следующем виде:

$$X = a_1^* b_1 + a_2^* b_2 + \dots + a_{n-1}^* b_{n-1} + a_n^* b_n. \quad (7)$$

Составим матрицу для минимальных базисов:

$$\begin{matrix} b_1, & b_2, & \dots, & b_i, & \dots, & b_{n-1}, & b_n, \\ \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ \dots \\ b_n \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} b_1^{(1)}, & b_1^{(2)}, & \dots, & b_1^{(n-1)}, & b_1^{(n)} \\ b_2^{(1)}, & b_2^{(2)}, & \dots, & b_2^{(n-1)}, & b_2^{(n)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_n^{(1)}, & b_n^{(2)}, & \dots, & b_n^{(n-1)}, & b_n^{(n)} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (8)$$

где $b_i^{(j)}$ ($i, j = 1, 2, \dots, n-1, n$) есть остаток b_i по модулю p_i .

Можно отметить также, что для нахождения величины a_i^* , вместо вычитания $b_i^{(j)}$ из X_i^* , можно из X_i^* вычесть $a_i^* b_i^{(j)}$ по (Mod p_i) до получения первого минимального кратного $k_i p_i$, где k_i —целое число ($k_i = 0, 1, 2, \dots, n-1, n$).

Таким образом, a_i^* должно удовлетворять выражению

$$X_i^* - a_i^* b_i^{(j)} = k_i p_i \quad (9)$$

или

$$p_i k_i + b_i^{(j)} a_i^* - X_i^* = 0, \quad (10)$$

где

$$X_i^* \equiv X_i - a_1^* b_1^{(j)} - a_2^* b_2^{(j)} - \dots - a_{i-1}^* b_{i-1}^{(j)} \pmod{p_i}. \quad (11)$$

Все a_i^* определяются последовательно от a_1^* до a_n^* .

Выражение (10) для каждого k_i и a_i^* при фиксированном i представляет собой уравнение первой степени с двумя неизвестными.

Как известно, решение (10) определяется выражениями

$$\left. \begin{aligned} k_i &= (-1)^n X_i^* Q_{n-1}, \\ a_i^* &= (-1)^{n-1} X_i^* P_{n-1} \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

$(i = 1, 2, \dots, n-1, n),$

где P_{n-1} и Q_{n-1} —знаменатель и числитель $n-1$ -подходящей дроби.

Из выражений (12) нас интересует второе, т. е. для определения a_i^* мы должны вычислять каждое P_{n-1} по следующей схеме:

q_s		q_1	q_2	\dots	q_s	\dots	q_{n-1}	q_n
P_s	1	P_1	P_2	\dots	P_s	\dots	P_{n-1}	P_n

где q_s ($s = 1, 2, \dots, n-1, n$) называются неполными частными, а P_s получится из выражения

$$\begin{aligned} P_s &= q_s \cdot P_{s-1} + P_{s-2}, \\ P_1 &= 1, \quad (s > 1). \end{aligned} \quad (13)$$

Из вышесказанного вытекает, что выражение (12) для определения a_i^* можно записать в виде

$$a_i^* \equiv X_i^* \cdot K_i^* \pmod{p_i}, \quad (14)$$

где

$$K_i^* = [(-1)^{n-1} P_{n-1}] p_i;$$

или

$$a_i^* = [X_i^* \cdot K_i^*] p_i, \quad (15)$$

где

$$a_i^* < p_i.$$

Таким образом, алгоритм преобразования чисел из СОК в десятичную систему можно сформулировать в следующем виде.

Определяем для каждого основания соответствующие a_i^* по выражению (15) (начиная с самого младшего разряда). Последующим умножением соответственно на b_i и суммированием полученных произведений получаем искомое натуральное число X в диапазоне $[0, P)$.

Рассмотрим пример. Перевести число (1, 2, 2, 4), заданное в СОК $p_1=2, p_2=3, p_3=5, p_4=7$, в десятичную систему.

Выбираем минимальные базисы $b_1=1, b_2=2, b_3=6, b_4=30$, тогда матрица $b^{(j)}$ принимает вид

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 2 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 2 \end{bmatrix}.$$

Вычисляем a_i^* :

$$a_i^* = [X_i^* K_i^*]_2,$$

$$X_i^* = 1,$$

$$K_i^* = [(-1)^{n-1} P_{n-1}]_2.$$

q_s		2
P_s	1	2

$$n = 1, \quad P_{n-1} = 1,$$

$$K_i^* = [(-1)^0 \cdot 1]_2 = 1,$$

$$a_i^* = [1 \cdot 1] = 1,$$

$$a_i^* = [X_i^* \cdot K_i^*]_2,$$

$$X_2^* = [X_2 - a_1^* b_1^{(2)}]_3 = [2 - 1]_3 = 1,$$

$$K_2^* = [(-1)^{n-1} P_{n-1}]_3.$$

q_s		1	2
P_s	1	1	3

$$n = 2, \quad P_{n-1} = 1,$$

$$K_2^* = [(-1)^1 \cdot 1]_3 = 2,$$

$$a_2^* = [1 \cdot 2]_3 = 2,$$

$$a_3^* = [X_2^* \cdot K_2^*]_3,$$

$$X_3^* = [X_3 - a_1^* b_1^{(3)} - a_2^* b_2^{(3)}]_5 = [2 - 1 - 4]_5 = 2,$$

$$K_3^* = [(-1)^{n-1} P_{n-1}]_5.$$

q_s			5
P_s	1		5

$$n = 1, \quad P_{n-1} = 1,$$

$$K_5^* = [2 - 1]_5 = 2,$$

$$a_4^* = [X_1^* \cdot K_4^*]_7,$$

$$X_1^* = [X_1 - a_1^* b_1^{(1)} - a_2^* b_2^{(1)} - a_3^* b_3^{(1)}]_7 = [4 - 1 - 4 - 12]_7 = 1,$$

$$K_1^* = [(-1)^{n-1} P_{n-1}]_7.$$

q_s		3	2
P_s	1	3	7

$$n = 2, \quad P_{n-1} = 3,$$

$$K_1^* = [(-1)^1 \cdot 3]_7 = 4,$$

$$a_1^* = [1 \cdot 4]_7 = 4,$$

$$X = 1 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 6 + 4 \cdot 30 = 137.$$

Функциональная схема для реализации этого алгоритма приведена на рис. 1.

Перед началом преобразования преобразуемое число, заданное в СОК, находится в регистре p_r .

По первому управляющему импульсу И1 через клапаны переписи K_1 происходит перепись значения a_1^* в блок умножения для получения

первого произведения $a_1^* b_1$, одновременно значение a_1^* посылается на все остальные разряды и вычитается из них по соответствующим модулям.

Задний фронт импульса И 1 используется для сброса первого разряда p_1 .

По второму управляющему импульсу И 2 содержимое с первого множителя через клапаны переписи K_2 переписывается в сумматор C_m , одновременно этим же импульсом содержимое второго разряда через клапаны переписи K_3 посылается для умножения на соответствующий K_1^* и получается значение a_2^* .

По заднему фронту импульса I_2 происходит сброс второго разряда p_1 . По третьему импульсу значение a_2^* через клапаны переписи K_4 переписывается на второй множитель для получения второго произведения $a_2^* b_2$, одновременно значение a_2^* умножается на $b_2^{(2)}$. По четвертому импульсу в сумматоре C_m прибавляется содержимое второго множителя $a_2^* b_2$, одновременно $a_2^* b_2^{(2)}$ посылается на старшие разряды p_r для следующего вычитания по соответствующим основаниям и т. д.

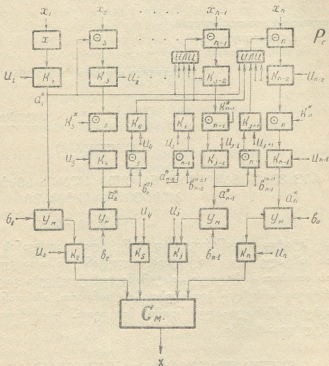


Рис. 1

Этими действиями осуществляется умножение соответствующих a_i^* на b_i и суммирование на сумматоре C_m . В конечном итоге на сумматоре C_m получаем натуральное число X всегда в нужном диапазоне $[0, P)$.

Время преобразования в основном определяется временем, которое затрачивается для получения произведений $a_i^* b_i$, и временем их суммирования. Временем вычисления величин a_i^* можно пренебречь, так как время вычитания и умножения по модулю выполняется за один такт и это время значительно меньше, чем время, затрачиваемое на вычисление величины

a_i, b_i . Количество управляющих импульсов зависит от количества разрядов p_i .

В заключение можно сказать, что преобразование чисел из СОК в позиционную систему вышесказанным способом занимает значительно меньше времени, по сравнению с существующими способами, и для его реализации можно построить достаточно простую и надежную схему.

Данная схема может быть положена в основу выходного печатающего устройства для машины, оперирующей числами, представленными в остаточных кодах.

Грузинский политехнический
 институт
 им. В. И. Ленина

(Поступило в редакцию 25.6.1965)

აბსტრაქტი და ტექსტები

მ. ლოგობერიძე

რიცხვების გადაყვანა ნაშთთა კლასის სისტემიდან ათვლის
 კოფიციენტის სისტემაში

რ ე ზ ი უ მ ე

სტატიაში დაწვრილებით აღწერილია გადაყვანის ახალი მეთოდი, რომლის საშუალებითაც რიცხვების გადაყვანა ნაშთთა კლასის სისტემიდან ათვლის ათობით პოზიციურ სისტემაში ხორციელდება გაცილებით სწრაფად და მარტივად არსებულ მეთოდებთან შედარებით. ამასთან ერთად გადაყვანილი რიცხვი აღწერილი აღგორითმის მიხედვით, ყოველთვის მოთავსებულია მოცემულ დიაპაზონში.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. A. Svoboda. Computer progress in Czechoslovakia, II. The numerical system of residual classes (SRC), in „Digitale Informations Wandler“, 1962, 543—574.
2. H. L. Garner. The residue number system. JRE Trans. on Electronic Computers, EC-8,2, 1959, 140—147.
3. И. М. Виноградов. Основы теории чисел. М., Гостехиздат, 1952.
4. X. Г. Хабибуллин. О вычислении ортогональных базисов и выборе оснований системы остаточных классов. Вопросы радиоэлектроники, серия VII, вып. 3, 1960.
5. Б. Я. Фельдман. К вопросу о минимальном базисе для системы остаточных классов. Вопросы радиоэлектроники, серия VII, вып. 1, 1963.
6. А. Гельфонд. Решение уравнений в целых числах. М.—Л., Гостехиздат, 1952.



ПОЧВОВЕДЕНИЕ

М. Н. САБАШВИЛИ (академик АН ГССР), М. А. ДЖИКАЕВА

О ПОЧВАХ ТИПА СМОЛНИЦ В ГРУЗИИ

Почвы типа смолниц уже давно привлекают к себе внимание. Первые сведения о смолницах Сербии дал А. И. Стебут [1], считавший их почвами гидроморфного ряда южных широт. Наиболее характерными признаками этих почв он считал сильное оглинение всего профиля, своеобразный состав органического вещества, обуславливающий черно-смолистый цвет почвы, и своеобразный состав поглощенных катионов. Согласно А. И. Стебуту, смолницы встречаются в горных котловинах, широко распространенных в этих странах. Наиболее типичные черты смолницы имеют на заболоченных поверхностях, осушенных естественным дренажем. Таково, по А. И. Стебуту, большинство третичных и четвертичных смолниц, покрывающих берега и донья прежних, ныне осушенных озер.

Большое распространение почв типа смолниц отмечается также в Болгарии, Албании, Румынии и, по-видимому, имеет место и в ряде других стран.

К. П. Богатырев [2] описывает смолницы Албании также в горных котловинах, в зоне коричневых почв и характеризует их как коричневые луговые темноцветные магниезально-солонцеватые почвы. Указанные почвы Албании выделяются в средних слоях черной или черно-коричневой окраской, большой глинистостью, глянецватостью, глыбистостью и чаще слитноватостью. Очень высока емкость поглощения этих почв (70—80 м-экв и больше), и среди обменных оснований преобладают магний. Несмотря на очень темную окраску этих слоев, характерно низкое содержание в них гумуса (1,1—1,3%). В составе гумуса очень высоко содержание подвижных гуминовых кислот. Черная окраска и смоляной блеск смолниц Албании, по Богатыреву, связаны с присутствием в них железистых минералов и особенно минералов группы гингерита.

И. Н. Антипов-Каратаев и И. П. Герасимов [3, 4] выделяют смолницы Болгарии под названием «черноземы-смолницы» и различают среди них подтипы карбонатных, типичных, выщелоченных и оподзоленных смолниц.

Подробную сводку о происхождении, условиях образования, составе и свойствах смолниц Болгарии дал В. Койнов [5, 6]. По его данным, смолницы широко распространены в низменностях и котловинах Средней и Южной Болгарии, где они сформированы на тяжелых глинистых почвообразующих наносах, которые при первично выровненном рельефе в прошлом способствовали еще большей бессточности и избыточному увлажнению.

Район смолниц в настоящее время является в большей или меньшей степени лишенным леса и в значительной части характеризуется вторичной степной растительностью, главным образом типа бородача.

Таким образом, смолницы, согласно В. Койнову, в основном представляют собой своего рода сочетание различных процессов — реликтовых признаков бывших луговых или лугово-болотных почв, признаков, появившихся в результате воздействия лесной, а позже и лугово-степной растительности, включая и современные признаки окультуривания этих почв. Наиболее распространены выщелоченные смолницы, которые дают наиболее ясное представление об этом типе почв. Они характеризуются мощным (50—80 см), тяжелым глинистым гумусовым горизонтом с интенсивно черной окраской и мелкозернистой структурой в верхней части (25—30 см). Глубже эта почва более глинистая, более уплотнена и имеет хорошо выраженную глыбисто-столбчатую структуру. Черноземный процесс значительно более выражен у типичных и карбонатных смолниц.

Ряд докладов о смолницах Румынии и Югославии был представлен на VIII Международном конгрессе почвоведов в 1964 г.

Согласно приведенным выше описаниям, аналогичные им типы почв имеют распространение и в пределах Грузии в тех же условиях образования, которые описаны выше в низменностях и котловинах Балканских стран. В частности, это относится к почвам, выделяемым нами [7—9] под названием «черноземовидных слитых» в равнинах и котловинах Картли и Юго-Осетии, особенно в окрестностях гор Хашури, Сурами, сс. Осиаури, в Корнисской депрессии, в с. Хетагурово и др. Черноземовидные слитые почвы распространены также в Алазанской долине и частично в Марнеульской равнине.

По природным условиям районы распространения указанных почв также занимают промежуточное положение между горно-лесной и степной зонами, где процесс почвообразования переходит от коричневых лесных почв под воздействием травянистой растительности в лугово-степную стадию.

В аналогичных чертах черноземовидных слитых почв Грузии и смолниц убедило нас и знакомство с образцами смолниц Румынии.

Морфологический облик черноземовидной слитой почвы имеет следующий вид:

Разрез № 3 слитой черноземовидной почвы, с. Хетагурово, Юго-Осетия, пашня, равнина:

гор. А (0—17 см) темной черно-бурой окраски, зернистой структуры, уплотненный, со множеством корней, глинистый, не вскипает;

гор. А₂ (17—24 см) черноватый, крупнокомковатой структуры, уплотненный, глинистый, не вскипает, меньше корней;

гор. В₁ (24—36 см) той же окраски, комковато-глыбистый, плотный, глинистый, не вскипает;

гор. В₂ (36—55 см) черный, крупноглыбистый, сильно уплотненный, слитой, тяжелый, глинистый, не вскипает;

гор. С. (55—95 см) темно-бурый, бесструктурный, плотный, глинистый, не вскипает.

Приведенное описание наглядно иллюстрирует аналогичность облика профиля описанной черноземовидной слитой почвы с профилем выщелоченных и других смолниц, данных в описаниях В. Койнова, К. П. Богатырева и других авторов.

Как и в смолицах Балкан, в составе черноземовидных слитых почв наиболее характерным является исключительно тяжелый механический состав и, в частности, весьма большое содержание ила и коллоидных частиц, что и служит причиной слитности указанных почв. В самом деле, как мы видим из приводимых ниже данных, в смолицах Болгарии, Албании и др. содержание этих мельчайших частиц достигает 52—54%, в отдельных же случаях — и 68%, а сумма частиц <0,01 мм — 65—70%. В слитых же горизонтах черноземовидных слитых почв Грузии сумма частиц <0,001 мм еще выше — 60—63% и более, а частицы <0,01 мм превышают 85—88% и даже достигают 98%.

Таблица 1
Механический состав смолици и черноземовидных слитых почв, %

Почва и местоположение	Горизонт	Слой, см	< 0,001	< 0,01 мм
Выщелоченные смолици, Болгария, Татарево Пловдивского района (В. Койнов)	А пах.	0—18	49,1	67,1
	A ₁	18—34	48,0	66,9
	A ₂ B	34—58	54,3	70,3
	A ₃ B	58—98	51,5	66,8
	ABC	98—125	47,3	62,9
	C ₁	125—158	47,0	62,9
	C ₂	158—181	42,8	58,0
	C	181—225	36,9	48,9
Та же, Юго-Восточная Болгария, Глумче, Бургаского района (В. Койнов)	А пах.	0—20	50,6	65,2
	A ₁	20—30	52,6	67,2
	A ₂ B ₁	30—55	50,9	64,2
	A ₃ B ₂	55—80	49,0	62,8
	B ₁	80—115	41,6	57,9
	B ₂ C ₁	115—150	19,3	34,2
	C ₂	130—160	11,0	23,3
	C ₃	160—180	7,5	14,9
№ 240, коричнево-луговая смолици, Албания, у Орхидского озера (К. П. Богатырев)	А	0—10	49	66
	A ₁	45—50	50	68
	Av	93—100	53	68
	AB	115—120	40	60
	Аф	0—10	53	65
№ 186, лугово-коричневая смолици, Албания, по дороге в Корчу (К. П. Богатырев)	АВф	40—50	68	75
	ВI, ф	65—70	56	66
	В ₂ ф	90—100	39	54
	0—10	52,76	78,44	
	17—24	61,20	72,24	
№ 3, черноземовидная слитая, Юго-Осетия, с. Хегагурово	24—36	60,60	86,30	
	36—47	61,40	98,00	
	47—55	58,70	91,50	
	55—95	55,46	88,88	
	0—12	61,23	81,51	
	12—25	63,63	85,86	
	25—41	63,93	87,35	
	41—82	54,14	77,01	
72—96	46,80	85,86		
№ 6, та же, Грузия, с. Осиаури	—	0—12	61,23	81,51
	—	12—25	63,63	85,86
	—	25—41	63,93	87,35
	—	41—82	54,14	77,01
	—	72—96	46,80	85,86

Согласно В. Койнову, смолици являются почвенным типом, в котором значительное участие принимают вторичные минералы из монтмориллонит-нонtronитовой группы. Как известно, преобладающее содержание этих минералов обуславливается гидрофильностью и неблагоприятными физико-механическими свойствами этих почв — способностью

набухания, липкостью и др. И. Н. Антипов-Каратаев и И. П. Герасимов [4] тоже отмечают основную роль в черноземах-смолницах (>50%) тонкодисперсной (глинистой) массы и преобладание в коллоидной фракции минералов монтмориллонитово-нонtronитовой группы, наряду с аморфными веществами. Значительную массу почвы в горизонтах глубже 70 см составляют карбонаты (20—29%).

По данным К. П. Богатырева [2], илстая фракция смолниц Албании содержит больше железа, чем почва с максимумом в верхних горизонтах. По данным рентгеноструктурного анализа, илстая фракция представлена почти чистым монтмориллонитом.

Большое содержание илистой фракции глинистых минералов типа монтмориллонита и обусловливаемые ими неблагоприятные физические свойства отмечаются и для черноземозидных слитых почв Грузии. По данным Е. П. Тугуши [10], в черноземовидной слитой почве из с. Оснаури набухаемость на глубине 25—40 см составляет 28,2—32,6%, что находится в прямой корреляции с весьма большим содержанием в этих слоях иловатых и коллоидных частиц.

Как указывалось выше, в почвах типа смолниц, несмотря на весьма темную, почти черную окраску, характерно относительно низкое содержание гумуса, особенно в более глубоких темноцветных горизонтах (1,2—1,5—2,0%). В их верхнем слое, по приводимым данным, гумус составляет 3—5% и менее. Черную окраску смолниц при этом содержании гумуса А. И. Стебут [1] объясняет анаэробными условиями образования бывших болотных почв, в которых создаются богатые углеродом труднорастворимые формы органического вещества.

Малое содержание гумуса при темной окраске отмечается и для черноземовидных слитых почв. По нашим данным [7—9], а также по данным Е. П. Тугуши [10, 11] и других авторов, в верхнем слое этих почв содержание гумуса не превышает 3,0—4,5%, а часто меньше 3%. В слитом же горизонте гумус составляет лишь 1,0—2,2%.

Общие черты смолниц и черноземовидных слитых почв Грузии находят отражение и в сумме и составе поглощенных оснований, в частности, в повышенном содержании Mg. Приводимые ниже данные свидетельствуют о высокой емкости поглощения как в смолницах, так и в черноземовидных слитых почвах в средних и верхних слоях и о большой роли среди оснований магния, составляющего 16—21% и более от их суммы. По данным Е. П. Тугуши, для илистой фракции черноземовидных слитых почв содержание обменных катионов еще выше (в слитых горизонтах 70—88 м-экв и больше) и еще больше среди них доля магния (24—31%). Поглощенный Na в этих почвах или вовсе отсутствует, или присутствует в самом ничтожном количестве, что исключает роль солонцеватости в слитности этих почв. В этом отношении, как было указано выше, большая роль принадлежит поглощенному Mg и накоплению аморфной кремнекислоты в уплотненном слое.

Приведенные в этой же таблице данные подтверждают сильную выщелоченность смолниц от углекислой извести, но значительное ее накопление в глубоких слоях. Почти полное отсутствие углекислой извести до глубины 1 м показывают и черноземовидные слитые почвы.

Несмотря на большую выщелоченность от карбонатов, смолницы, как видно из приведенных данных для Болгарии и Албании, имеют сла-

бо щелочную или нейтральную реакцию чаще в верхних слоях, в нижних же слоях реакция этих почв средне- и сильнощелочная. Больше колеблется реакция черноземовидных слитых почв. В большей части она также слабощелочная или близка к нейтральной, но в отдельных случаях в слитых горизонтах она слабокислая. Эти колебания реакции почв отмечаются и для черноземов-смолниц И. Н. Антиповым-Кара-таевым и И. П. Герасимовым.

Таблица 2

Содержание гумуса и азота, состав поглощенных оснований и реакция смолниц и черноземовидных слитых почв

Почва	Горизонт	Слой, см	Гумус, %	Азот, %	рН воды.	Поглощенные основания						CaCO ₃	
						м-экв				% от суммы			
						Ca	Mg	Na	сум-ма	Ca	Mg		Na
Выщелоченная смолница, Болгария, Татарево (В. Койнов)	A пах.	0-18	2,43	—	7,6	—	—	—	49,1	—	—	—	нет
	A ₁	18-34	2,18	—	7,5	—	—	—	48,6	—	—	—	"
	A ₂ B	34-53	1,83	—	7,4	—	—	—	50,6	—	—	—	"
	A ₃ B	58-98	1,76	—	7,6	—	—	—	50,1	—	—	—	"
	ABC	98-125	1,20	—	8,5	—	—	—	57,0	—	—	—	4,42
	C ₁	125-158	0,81	—	8,8	—	—	—	42,8	—	—	—	9,22
Та же, Юго-Восточная Болгария, Глумче (В. Койнов)	C ₂	158-181	—	—	8,9	—	—	—	9,3	—	—	—	14,72
	C ₃	181-225	—	—	8,9	—	—	—	38,9	—	—	—	17,17
	A пах.	0-20	3,00	—	7,3	—	—	—	53,8	—	—	—	нет
	A ₁	20-30	2,98	—	7,0	—	—	—	54,6	—	—	—	"
	A ₂ B ₁	30-55	2,43	—	7,2	—	—	—	—	—	—	—	"
	A ₃ B ₂	55-80	1,63	—	7,2	—	—	—	49,2	—	—	—	"
№ 240, коричневая луговая смолница, Албания, у Орхидского озера (К. П. Богатырев)	B ₃	80-115	0,51	—	2,3	—	—	—	—	—	—	—	"
	B ₄ C ₁	115-130	0,46	—	8,2	—	—	—	42,3	—	—	—	12,63
	C ₂	130-160	0,37	—	8,3	—	—	—	—	—	—	—	14,01
	C ₃	160-180	0,51	—	8,4	—	—	—	26,9	—	—	—	14,34
	A	0-10	4,84	—	7,3	—	—	—	62,3	—	—	—	—
	A ₁	45-50	1,53	—	7,3	—	—	—	66,1	—	—	—	—
№ 3, черноземовидная слитая, Юго-Осетия, с. Хетагурово	A	95-100	1,90	—	7,5	—	—	—	67,3	—	—	—	—
	ABф	115-120	1,32	—	7,9	—	—	—	62,1	—	—	—	—
		0-14	4,52	0,34	6,9	42,2	10,7	нет	52,9	80,1	19,9	нет	0,96
		17-24	2,20	0,30	6,5	42,7	10,2	"	52,4	80,8	19,2	"	1,94
		24-36	2,28	0,19	6,2	42,8	8,8	"	51,6	82,9	17,1	"	1,97
		36-47	2,28	0,20	6,4	40,7	11,0	"	51,7	78,7	21,3	"	1,94
№ 6, та же, Грузия, с. Осиаури		47-55	1,93	0,14	6,3	40,7	10,1	"	50,8	80,0	20,0	"	1,94
		55-95	1,55	0,20	7,0	39,2	8,7	"	47,9	83,5	16,5	"	2,40
		0-12	2,72	0,26	7,3	46,1	8,7	0,4	54,9	83,9	16,1	0,37	0,96
		12-25	1,92	0,14	7,3	45,4	8,4	0,2	54,0	84,1	15,9	0,01	1,46
		25-41	0,88	0,07	7,0	47,4	3,0	0,2	55,4	85,6	14,4	0,25	2,89
		41-72	0,77	—	7,4	—	—	—	—	—	—	нет	1,93
	72-96	—	—	7,4	—	—	—	—	—	—	—	2,43	

Черноземовидные слитые почвы характеризуются непрочной агрегатностью, вследствие чего выход пыли (<0,25 мм) в агрегатном анализе достигает 47—67%. Это является одной из основных причин плохой фильтрационной способности этих почв.

Таким образом, приведенная сравнительная характеристика почв типа смолниц и черноземовидных слитых почв Грузии достаточно убедительно подтверждает их почти общие черты по условиям образования, особенно в котловинах, химическому составу, физико-химическим и другим свойствам.

Более тщательное изучение ряда показателей черноземовидных слитых почв (состав органического вещества и др.) даст материал для уточнения этого вопроса и соответственно номенклатуры и классификации указанных почв.

Академия наук Грузинской ССР

(Поступило в редакцию 7.10.1965)

ნიადაგმცოდნეობა

მ. საბაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), მ. ჯიკაევა

სმოლნიცის ტიპის ნიადაგები საქართველოში

რეზიუმე

სმოლნიცის ტიპის ნიადაგები დიდი ხანია იპყრობს ყურადღებას. მათი დიდი გავრცელება აღინიშნება სამხრეთ სლავეთში, ბულგარეთში, ალბანეთსა და რუმინეთში დაბლობებსა და მთის ქვაბულებში.

ა. სტებუტის, კ. ბოგატირიოვის, ვ. კოინოვისა და სხვათა აღწერილობით, აღნიშნული ნიადაგები გამოირჩევა შუა ფენებში მოშავო შეფერილობით, დიდი თიხიანობით, ბელტიანობითა და უფრო ხშირად დაწიდულობით; ძლიერ დედა ამ ნიადაგების შთანთქმის ტევადობა და შთანთქმულ ფუძეთა შორის ჭარბობს მაგნიუმი. მიუხედავად ამ ფენების ძლიერ მუქი შეფერილობისა, დამახასიათებელია მათში ჰუმუსის მცირე შემცველობა (1,1—1,3%). ამჟამად სმოლნიცის რაიონი უტყეოა და მნიშვნელოვან ნაწილში ხასიათდება მეორადი ველის მცენარეულობით.

ანალოგიური ტიპის ნიადაგები საქართველოს ფარგლებშიცაა გავრცელებული იგივე პირობებში, როგორც ალბანეთის, სამხრეთ სლავეთის, ბულგარეთისა და სხვათა ზემოთ აღწერილ დაბლობებსა და ქვაბულებში, სმოლნიცის ანალოგიური ნიშნები აქვს ნიადაგებს, რომლებიც ჩვენ მიერ გამოყოფილია შავმიწისებრი დაწიდული ნიადაგების სახელწოდებით ქართლისა და სამხრეთ ოსეთის ვაკეებსა და ქვაბულებში, განსაკუთრებით, ქალ. ხაშურის, სურამის, სოფ. ოსიაურის, ხეთაგუგოვის მიდამოებში, ყორნისის დებრესიაში და სხვა. მთა-ტყეთა და ველების ზონას შორის გარდამავალ ზონაში.

ისევე, როგორც სმოლნიცში, შავმიწისებრი დაწიდული ნიადაგების ყველაზე დამახასიათებელია ძალზე მძიმე მექანიკური შედგენილობა და, კერძოდ, ლამისა და კოლოიდების ძლიერ დიდი შემცველობა, რაც ამ ნიადაგების დაწიდულობის მიზეზია.

სმოლნიცში დიდი ადგილი უჭირავს მონტმორილონიტ-ნონტრონიტის ჯგუფის მეორად მინერალებს, რომელთა დიდი შემცველობა იწვევს ამ ნიადა-



გების ჰიდროფილობასა და ურაცოფით ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს — გეო-
ქირკვეების დიდ უნარს, მიკრობილობას და სხვა. ლამიან ფრაქციაში მონტმო-
რილონიტის ტიპის მინერალების დიდი შემცველობა და მათ მიერ გამოწვეული
ურაცოფითი თვისებები აღინიშნება საქართველოს ზემიწისებრი დაწილული
ნიადაგებისთვისაც. აქაც, მიუხედავად მუქი შეფერვისა, მცირეა ჰუმუსის შემ-
ცველობა; ზედა ფენებში ის არ აღემატება 3,0—4,5%-ს, ხოლო დაწილულ ფე-
ნაში — 1,0—2,2%-ს.

სმოლნიცისა და ზემიწისებრი დაწილული ნიადაგების მსგავსი ნიშნები ახა-
სიათებს შთანქმული ფუძეების შედგენილობის, კერძოდ, Mg გადღებული
შემცველობის მხრივაც.

ზემიწისებრი დაწილული ნიადაგების ორგანული ნივთიერების შედგენი-
ლობის და სხვა. საკითხების უფრო სრული შესწავლა მოგვეცემს მასალას ამ ნი-
ადაგების ნომენკლატურისა და კლასიფიკაციის დასაზუსტებლად.

დავოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. И. Стебут. Смолищы Сербии и черные почвы южных областей. Почвоведение, № 3, 1946.
2. К. П. Богатырев. Смолищы (смолищы), коричнево-луговые и лугово-коричневые магнезиально-солонцеватые почвы. Почвоведение, № 4, 1958.
3. И. Н. Антипов-Каратаев и И. П. Герасимов. Почвы Болгарии. София — Москва, 1948.
4. Почвы Болгарии. М., 1959.
5. В. Ко й и о в. Смолищы Болгарии и их особенности. Сб. «Почвы Юго-Восточной Европы», София, 1964.
6. В. Ко й и о в. Особенности главных типов почв Болгарии и их основные почвенно-генетические процессы. Сб. «Почвы Юго-Восточной Европы», София, 1964.
7. М. Н. С а б а ш в и л и. Почвы Грузии. Тбилиси, 1948.
8. М. Н. С а б а ш в и л и. Почвы лесостепных районов Грузии. Сб. посвящ. памяти акад. Л. И. Прасолова. Почв. ин-т АН СССР, М., 1955.
9. М. А. Дж и к а е в а. О черноземовидных почвах Картли. Сообщения АН ГССР, т. XII, № 2, 1952.
10. Е. П. Т у г у ш и. Материалы к изучению природы слитых почв. Труды Ин-та почвоведения АН ГССР, вып. VI, 1954.
11. Е. П. Т у г у ш и. Слитые почвы Восточной Грузии и мероприятия по их улучшению. Автореферат, Тбилиси, 1961.



გვარ *CICERBITA* WALLR.-ს კავკასიის წარმომადგენელთა ბოტანიკურ-ბიომორფოლოგიური მიმოხილვა

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ნ. კეცხოველმა 16. 3. 1965)

გვ. *Cicerbita* Wallr.-ს კავკასიის წარმომადგენელთა მონოგრაფიულმა შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ეს გვარი კავკასიაში 9 სახეობითა და 5 სახესხვაობითაა წარმოდგენილი, რომლებიც ოთხ სექციაში (*Multicostaria* Kirp., *Prenanthisis* Kirp., *Platyachenia* Kirp., *Petiolata* Gagnidze) ერთიანდება, ნაცვლად 6 სახეობისა და 2 სახესხვაობისა, რომლებსაც მ. კირპიჩნიკოვი [1] სამ სექციას აკუთვნებდა.

კავკასიისათვის დადგენილი სექციებიდან შედარებით მყარი სისტემატიკური ნიშნებით სექცია *Multicostaria* ხასიათდება. ყუთელი ფერის ყვავილებით, გრძელნიკარტიანი და თანაბარწიბოვებიანი თესლურებით, რომლებიც მომწიფების შემდეგ მუქი ყავისფერი ხდება, სექცია *Multicostaria*-ს კავკასიის წარმომადგენლები განცალკევებით დგანან სხვა სექციების წარმომადგენლებისაგან.

კავკასიის ფლორიდან სექცია *Multicostaria*-ს ორ სახეობას ვაკუთვნებთ: *C. Olgae* Leskov და *C. deltoidea* (M. B.) Beauverd. მ. კირპიჩნიკოვი უარყოფს *C. Olgae*-ს დამოუკიდებლობას და მას *C. deltoidea*-ს სინონიმად თვლის. ჩვენ *C. Olgae*-ს ა. შხიანიის [2] მსგავსად, დამოუკიდებელ სახეობად ვთვლით, რადგანაც *C. Olgae* და *C. deltoidea* სისტემატიკურად და გეოგრაფიულად კარგად გამოიჯნული სახეობებია. სახელდობრ, *C. Olgae*-ს ფოთლების ზედა სეგმენტი შუბისებრ-გულისებრია, ფოთლის სეგმენტები ყუნწზე ერთისებურად ჩამოზრდილი არ არის; ყვავილები ზომით შესამჩნევად აღემატება საბურველის ფოთოლსავეს, თესლურები 7—9 წიბოიანია, მაშინ, როდესაც *C. deltoidea*-ს ფოთლების ზედა სეგმენტი დელტისებრია, ფოთლის სეგმენტები ერთისებურად არის ჩამოზრდილი ფოთლის ყუნწებზე, ყვავილები ზომით ოდნავ აღემატება საბურველს და თესლურები 5—7 წიბოიანია.

ორივე სახეობა კონსერვაციულ-რელიქტურ სახეობათა ჯგუფს მიეკუთვნება. *C. Olgae* და *C. deltoidea* მხოლოდ ცალკეული ეგზემპლარების სახითაა წარმოდგენილი და მათ ცენოლოგიურ როლზე ლაპარაკი ზედმეტია. *C. Olgae*-ს ფლორის კოლხურ ელემენტს ვაკუთვნებთ, რომელსაც კარგად გამოხატული დასავლეთ კავკასიონის ტიპის არეალი აქვს; *C. deltoidea* კი კავკასიურ ელემენტს მიეკუთვნება დიზუნქციური გავრცელებით დიდ კავკასიონსა (ჩვენსთა-

ალოუსის ქედი კავკასიონის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში, საგურამოს ქედი, იალნოს ქედის ვანშტოებები სოფ. შამკოდანთან) და მცირე კავკასიონზე (ბაკურიანი, თრიალეთის ქედის ვანშტოებები კოჯორთან). ადრე, კავკასიის მკვლევართა მიერ თალიშისათვის *Cicerbita deltoidea* დ მოყვანილი მცენარე მ. კირპიჩინიკოვმა [3] მიაკუთვნა გვარ *Cephalorrhynchus* და აღწერა *C. talyschensis* Kirp. სახელწოდებით.

C. Olgae და *C. deltoidea*, ძირითადად, წიფლნარ-სოჭნარებთანაა დაკავშირებული; ზოგჯერ კი სუბალპური მაღალბალახეულობის შემადგენლობაშიც გვხვდება. *C. deltoidea*, ზემოთაღნიშნული ცენოზების გარდა, გვხვდება რცხილნარ-წიფლნარების პირას.

თესლურების ფორმით *C. Olgae* და *C. deltoidea* გარკვეულ ნათესაურ კავშირშია მცირე ზოის ენდემურ სახეობა *C. cataonica* (Boissier et Haussknecht) Beauverd-თან, რომლის არეალი ბოვერის [4, 5] მონაცემებით, ცენტრალური ანატოლიის სამხრეთი ნაწილით — კაპადოკიით შემოიფარგლება.

სექცია *Prenanthopsis* აერთიანებს ლურჯი, ცისფერი ან მოწითალო ლურჯი ფერის ყვავილებიან სახეობებს, რომელთაც შებრტყელებულ-საშუაზნაგოვანი, მომწიფების შემდეგ შექი-იისფერი, თანაბრად განვითარებული შრავალწიბოიანი თესლურები ახასიათებთ.

გვ. *Cicerbita*-ს კავკასიის წარმომადგენლებიდან სექცია *Prenanthopsis*-ს ორ სახეობას ვაკუთვნებთ: *C. prenanthoides* (M. B.) Beauverd და *C. Bourgaei* (Boiss.) Beauverd.

C. prenanthoides ღირისებრი ფოთლებით ადვილად გამოირჩევა *Cicerbita*-ს სხვა სახეობებისაგან. იგი ძლიერ პოლიმორფული სახეობაა. ხასიათდება ვერტიკალური და ეკოლოგიური გავრცელების ფართო ამპლიტუდით. მისი არეალი ძირითადად კალხეთის ფლორისტიკული პროვინციით შემოიფარგლება და კავკასიის ენდემია. *C. prenanthoides*-ის გავრცელების ჩრდილოეთი და დასავლეთი საზღვრები შორსაა გადაწეული, კერძოდ, ჩრდილო-დასავლეთით ნოვოროსიამდე; ჩრდილოეთით — კრასნოდარს, მაიკოპსა და სტავროპოლამდე. ბუნებრივია, აქ იგი ჰემიქსეოფილურ ცენოზებს უკავშირდება და ვერტიკალურად დაბლაა გადანაცვლებული. ჩრდილოეთსა და ჩრდილო-დასავლეთ კავკასიაში *C. prenanthoides* წარმოდგენილია *Q. petraea* და *Q. pubescens*-გან შექმნილი მუხნარების პირას ზღვის დონიდან 100 მ სიმაღლემდე. *C. prenanthoides* სუბალპური მაღალბალახეულობის ერთ-ერთი ძირითადი კომპონენტია. მის ფარგლებში გამოვყოფთ ახალ სახესხვაობას⁽¹⁾ — *var. tuapsensis* Gagnidze, რომელიც სახეობის ტიპობრივი ფორმებისაგან განსხვავებით, პირამიდული გადაშლილი, ძლიერად დატოტვილი საგველა ყვავილედითა და ღრმად დანაწევრებული, თითქმის სამად გაყოფილი ღირისებრი ფოთლებით ხასიათდება. *C. prenanthoides var. tuapsensis* არეალი თითქმის ემთხვევა

(¹ ახალი ტაქსონებია აღწერები იბეჭედა „თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუტის მცენარეთა სისტემატიკისა და გეოგრ. ნარკვევებში“.

სახეობის არეალს, ამ განსხვავებით, რომ იგი შედარებით ფართოდ ტუაფსე—ნოვოროსიის ბოტანიკურ რაიონში და ჩრდილო-დასავლეთ კავკასიაშია გავრცელებული.

სუბალპური მაღალბალახეულობის კომპონენტი, აგრეთვე, კოლხურ-აზისტანური სახეობა *C. Bourgaei*. ამ სახეობის ფარგლებში აღვადგენთ ალბანეთის სახესხვაობა *var. colchica* (Alb.) Beauverd-ს, რომლის არეალი მთა ფიშტითა და მდინარე გეგის სათავეებით შემოიფარგლება. ტიპობრივი ფორმებისაგან განსხვავებით, *var. colchica*-ს ახასიათებს დანაკვეთული, ლირისებრი ფოთლები ერთი დიდი ზომის კენწრული და ორი პატარა ზომის გვერდითი სეგმენტით, შედარებით ვიწრო თესლურები.

ფოთლების ფორმითა და თესლურების სტრუქტურით *C. prenanthoides* და *C. Bourgaei* განცალკევებით დგანან *Cicerbita*-ს არა მარტო კავკასიის, არამედ მთელი გვარის წარმომადგენლებისაგანაც და, ამგვარად, მათთვის ნათესაური კავშირების გამოცენა ვაცნებულა.

სექცია *Platyachenia* იერთიანებს შედარებით პრტყელთესლურებიან და ლურჯ ან ცისკერყვავილებიან წარმომადგენლებს. ამ სექციის ფარგლებში ვიხილავთ შემდეგ სახეობებს: *C. macrophylla* (Willd.) Wallr., *C. madatapensis* Gagnidze, *C. racemosa* (Willd.) Beauverd.

C. macrophylla საკვანძო სახეობას წარმოადგენს. წარმოშობით მასთან უნდა იყოს დაკავშირებული დანარჩენი ორი სახეობა. *C. macrophylla*-ს გავრცელების ძირითადი არე მცირე კავკასიონია, რის საფრძველზეც ჩვენ მას ანტიკავკასიურ ანუ მცირეკავკასიურ ელემენტს ვაკუთვანებთ. ფართო გავრცელებას იგი კავკასიონის სამხრეთ კალთებზედაც— მტკვარ-რიონის წყალგამყოფი ქედის აღმოსავლეთით—სამხრეთ ოსეთში, ქართლში, კახეთში, აზერბაიჯანში მუროვდღამდე—პოულობს. კოლხეთის ფლორისტიკული პროვინციის ფარგლებში *C. macrophylla* მხოლოდ სვანეთში, რაჭასა და სამეგრელოს ზოგიერთ პუნქტშია წარმოდგენილი. სპორადულად გვხვდება ჩრდილო კავკასიაშიც. მისი პირველადი და ძირითადი ადგილსამყოფელია სუბალპური მაღალბალახეულობა. იზრდება სიკნარ-წიფლნარი და შერეულ-ფოთლოვანი ტყის პირას, ჩრდილოეთ და სამხრეთ ოსეთში (კვიდონზე, ერწოს ტბის მიდამოებში და წონას ქვაბულში) *C. macrophylla* წარმოდგენილია *var. glabra* (C. Koch) Kirp. თი, რომელიც არყნარების სუბალპური მაღალბალახეულობის ფრაგმენტებისათვის გვაქვს აღნიშნული.

C. macrophylla კავკასიის პირობით ენდემურ სახეობად უნდა ჩაითვალოს, რადგანაც მცირე აზიაში ოლთი-ჩაის ხეობაში უნდა იზრდებოდეს *C. macrophylla*-ს სახესხვაობა *var. taochia* (C. Koch) Gagnidze comb. n. basyonym: *Mulgedium grande* C. Koch *var. Taochium* C. Koch. ამ სახესხვაობის სისტემატიკური მდგომარეობის საკითხი ჯერჯერობით გაურკვეველია და იგი შესწავლას მოითხოვს.

ჯავახეთში, მთა მაღათაფაზე ქვების ნაყარებს შორის და ყარაბაღში იზრდება *C. madatapensis*, რომელიც აღწერილია ჩვენ მიერ *C. macrophylla*-ს ციკლიდან. *C. madatapensis* და *C. macrophylla* ვიკარული სახეობებია. სად-

ლეისოდ ჯავახეთისა და ყარაბაღის ენდემი *C. madatzensis*. განსხვავებით *C. macrophylla*-გან, ჰემიქსეროფილურ სახეობათა ჯგუფს უნდა მიეკუთვნოს.

C. racemosa ერთადერთი სახეობაა გვარის არა მარტო კავკასიის, არამედ საბჭოთა კავშირის სახეობათა შორისაც, რომელიც ეკოლოგიით, ძირითადად, მყინვარულ რელიეფთან—მორენებთან არის დაკავშირებული, სადაც მისი ზრდა პირველად არ უნდა ჩაითვალოს. *C. racemosa* ქვიან სუბსტრატზე განვითარებული სუბალპური მეზოფილური მდელოების კომპონენტიცაა; იზრდება სოჭნარ-წიფლნარებში, დეკიანში, ფიჭვნარში, არყნარში. უაღრესად პოლიმორფული სახეობაა და წარმოდგენილია კავკასიისა და მცირე აზიაში. *C. racemosa* ფართოდაა გავრცელებული მთელი კავკასიის (თალიშის გამოკლებით) მაღალმთიან რაიონებში. ქსეროფილურ ცენტრებში (დაღესტანი, ცენტრალური კავკასიონი, სომხეთი) *C. racemosa* წარმოდგენილია var. *setulosa* (Trautv.) Kirp. სახით, რომელიც ტიპობრივი ფორმებისაგან უხემ ბუსუსოვან-ჯირკვლოვანი საყვავილე ყუნწებით განსხვავდება.

მცირე აზიაში *C. racemosa* გვხვდება ლაზეთში, ართვინის, არდავანისა და შუა ჭოროხის ბოტანიკურ რაიონებში.

სექცია *Platyachenia*-ს კავკასიის სახეობები სისტემატიკურად მჭიდრო ნათესაურ კავშირშია, ერთი მხრივ, დასავლეთ-ციმბირულ სახეობა *C. uralensis* (Rouy) Beauverd-თან, მეორე მხრივ, ბალკანების, ალპებისა და პირინეების ენდემურ სახეობა—*C. Plumieri* (L.) Kirschleger-თან.

სექცია *Petiolata* ს წარმომადგენლები ხასიათდებიან გრძელყუნწიანი ფოთლებით, ღია ყავისფერი, ცოტად თუ ბევრად შებრტყელებული თესლურებით, მოყვითალო-ჩალისფერი საფრენი აბარტით. ეს უკანასკნელი ერთ ან ორრიგოვანია. უკანასკნელ შემთხვევაში გარეთა ჯაგრიანი რგოლი ცუდადაა გამოსახული, ან ყოველთვის როდია შესამჩნევი.

გვარის კავკასიის წარმომადგენლებიდან სექცია *Petiolata*-ს ვაკუთვნებთ ორ სახეობას: *C. petiolata* (C. Koch) Gagnidze და *C. pontica* (Boiss.) Grossh.

C. petiolata სუბალპური მაღალბალახეულობის კომპონენტი და მისი არეალი კავკასია-ლაზისტანით შემოიფარგლება. კავკასიაში *C. petiolata*-ს გავრცელების ძირითადი არეა კოლხეთის ფლორისტიკული პროვინცია და ამ უკანასკნელის ვავლენის ქვეშ მოქცეული აღმოსავლეთ ამიერკავკასიის ზოგიერთი ბოტანიკური რაიონი. მისი ვერტიკალური გავრცელება დაახლოებით მთის შუა, მთის ზედა და სუბალპური სარტყელებით განისაზღვრება, საშუალოდ 900—1000 მ-დან 2000 მ სიმაღლემდე ზღვის დონიდან. ტენიანი ხეობების გასწვრივ იგი 200—300 მ სიმაღლემდე ჩამოდის.

კავკასიონის ჩრდილოეთ და სამხრეთ კალთებზე მდინარეების ბელაის, შიშინას აუზებში, გვარის მიდამოების ღრმასა და ტენიან ხეობებში, მაღალბალახეულობაში, ხშირად წიფლნარებსა და სოჭნარებში *C. petiolata*-ს ტიპობრივი ფორმებისაგან გამოირჩევა ცალკეული ინდივიდები, რომელთაც ახასიათებთ დანაკვეთილი ღეროსეული ფოთლები, ყავისფერი, სიფრიფანა, ბუსუსებანი ფოთლის ფუცე და ყუნწები. ჩვენ მათ გამოვეყოფთ *C. petiolata* var. *lobata* Gagnidze-ს სახელწოდებით.

სისტემატიკურად *C. petiolata* თან ახლო ნათესაურ კავშირშია კოლხეთ—ლაზეთის მთისწინებისა და ტყის კომპონენტი *C. pontica*, რომელიც განსხვავდება *C. petiolata*-გან შედარებით პატარა ზომის ღეროთი და ფოთლებით. ფოთლები თავმოყრილია, ცირითადად, ღეროს ფუცესთან; წვრილი და ნაზი ყუნწებით, რომლებიც მოკლებულია ურთიერთსაწინააღმდეგოდ განლაგებულ სეგმენტებსა და კბილებს; სუსტად განვითარებული მჩხერი ყვავილედით, შედარებით წვრილი ზომის კალათებით.

შავი ზღვის სანაპირო ზოლი, კოლხური ტყეები, იშვიათად, მთის შუა სარტყლის ტყეები—ეს ის ვერტიკალური და ეკოლოგიური გაერცვლების ადგილსამყოფელოებია, სადაც *C. pontica* არის წარმოდგენილი. იმ ადგილებში, სადაც *C. petiolata* დაბლა ინაცვლებს ვერტიკალურად, ან პირიქით, *C. pontica* მაღლა იწევს სუბალპური სარტყლისაკენ, მათი არეალები ერთმანეთს ემთხვევა. არეალების დამთხვევის ადგილზე მათ შორის ფართო ჰიბრიდიზაციას აქვს ადგილი.

სექცია *Petiolata*-ს კავკასიის სახეობები განცალკევებით ღვანან და მათი გენეტიკური კავშირების დადგენა გაძნელებულია. თესლურების სტრუქტურით *C. petiolata* და *C. pontica* შორეულ ნათესაურ კავშირშია ბალკანურ *C. Pančičii* (Visiani) Beauverd-თან, რომელიც ბოსნიის, სერბიისა და მონტენგროს ენდემური სახეობაა [4, 5, 6]. ეს ბალკანური სახეობაც, *C. petiolata*-ს მსგავსად, მთის ტყეებისა და სუბალპების დამახასიათებელი კომპონენტია და ზღ. დ. 1000—1500 მ სიმაღლემდე იზრდება.

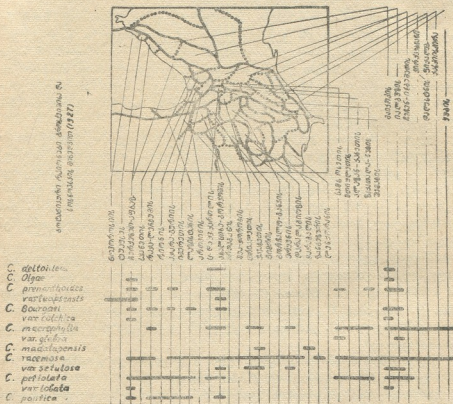
ამრიგად, ცენოლოგიური თვალსაზრისით გვ. *Cicerbita*-ს კავკასიის წარმომადგენლებში გამოიყოფა: სუბალპური მაღალბალახეულობისა და მთის ტყეების კომპონენტები (*C. Olgae*, *C. deltoidea*, *C. macrophylla*, *C. prenanthoides*, *C. Bourgaei*, *C. petiolata*); კოლხური ტყისა და ზღვის სანაპირო ზოლის კომპონენტი (*C. pontica*); მდელოების კომპონენტები (*C. racemosa*, *C. madatapensis*).

ცალკე უნდა აღინიშნოს მყინვარული რელიეფისა და ქვიანი სუბსტრატის სახეობები (*C. racemosa*, *C. madatapensis*).

ეკოლოგიურად კავკასიის სახეობები ძირითადად მეზოფილურია და ზომიერად თერმოფილური. ზოგიერთი სახეობა იჩენს ტენდენციას ქსეროფილიზაციას (*C. racemosa* var. *setulosa*, *C. prenanthoides* var. *tuapsensis*, *C. madatapensis*) და კრიოფილიზაციისადმი (*C. racemosa*).

წარმოშობის მიხედვით გამოიყოფა უცვლესი მესამეული რელიქტების ჯგუფი, რომელსაც გვარის სახეობების უმრავლესობა მიეკუთვნება. მათ ფართო გაერცვლება უნდა ჰქონოდათ იმდროინდელ მაღალბალახეულობაში. მესამეული სახეობებიდან გამოირჩევა კონსერვატული სახეობები *C. Olgae* და *C. deltoidea*. თანამდროვე პერიოდში მათი არეალი შესამჩნევად მცირდება. არის შედარებით ახალგაზრდა წარმოშობის სახეობებიც, რომელთა ასაკი მეოთხეული პერიოდით უნდა განისაზღვროს. მაგალითად, გაყინვარებასთან უნდა იყოს დაკავშირებული *C. racemosa*-ს წარმოშობა; *C. prenanthoides* var. *tuapsensis* კი ქსეროთერმულ ფაზებთან.

გვ. *Cicerbita* პოლარქტიკული მთის მეზოფილური გვარია. მისი სახეობები მრავლად არის წარმოდგენილი აღმ. აზიაში. ბოვერი [5] *Cicerbita*-ს განვითარების პირველად ცენტრად მიმაღლის თვლის (მიმაღლის ცენტრს აკუთვნებს საყოთრივ მიმაღლის, აღმოსავლეთ ავღანეთს, ტიბეტსა და იუნანის პროვინციას), სადაც იგი 14 სახეობით არის წარმოდგენილი.



გვარ *Cicerbita*-ს კავკასიის წარმომადგენელთა გავრცელება ბოტანიკური რაიონების მიხედვით

გვარის ჩამოყალიბებაში ნაკლები მნიშვნელობა ენიჭება ჩრდილო ამერიკას (3 სახეობა), ხმელთაშუაზღევთა—ბალკანები, ალპები, პირინეები (7 სახეობა), საბჭოთა კავშირს კავკასიის გამოკლებით (7 სახეობა).

გვ. *Cicerbita*-ს წარმომობისა და განვითარების ერთერთ ძირითად ცენტრად უნდა ჩაითვალოს კავკასია მცირე აზიასთან ერთად, კერძოდ, კოლხეთი ლაზიკთან ერთად, სადაც გვარის 14 სახეობაა წარმოდგენილი. საყურადღებოა, რომ თალიშიში გვარის არცერთი წარმომადგე-

ნელი არ გვხვდება. კავკასიის წარმომადგენლებიდან ნაწილი (*C. prenanthoides*, *C. Bourgaei*) იზოლირებულია; უმეტესობა კი გენეტიკურად დაკავშირებულია გვარის ხმელთაშუაზღვის წარმომადგენლებთან.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ბოტანიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას შოუვიდა 16. 3. 1965)

БОТАНИКА

Р. И. ГАГНИДЗЕ

БОТАНИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОБЗОР КAVKAZСКИХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *CICERBITA* WALLR.

Резюме

Одним из центров происхождения и формирования голарктического рода *Cicerbita* Wallr., наряду с гималайским, следует считать Кавказ и Малую Азию, где насчитывается 14 видов. Из них девять распространены на Кавказе. В Талыше не встречается ни один вид этого рода.

Кавказские виды рода *Cicerbita* отнесены нами к четырем секциям.

В секции *Multicostaria* Kirp., которая по своим морфологическим признакам менее полиморфная, рассматриваем виды *C. Olgaе* Leskov, приуроченный к западной оконечности Большого Кавказа, и *C. deltoidea* (M. V.) Beauv. с дизъюнктивным ареалом на Большом и Малом Кавказе. Замещающим их видом является малоазийский вид *C. cataonica* (Boiss. et Naussknecht) Beauv.

К секции *Prenanthopsis* Kirp. относятся: *C. prenanthoides* (M. V.) Beauv. — эндем Кавказа, распространенный в основном в Колхидской провинции; его разновидность *var. tuapsensis* Gagnidze, представленная особенно широко в Туапсе-Новороссийском районе, в Предкавказье и связанная здесь с гемиксерофильными ценозами; *C. Bourgaei* (Boiss.) Beauv. — колхидско-лазистанский вид с одной разновидностью *var. colchica* (Alb.) Beauv., распространенной на горе Фишт и в верховьях р. Гега.

Секция *Platyachenia* Kirp. представлена видами *C. macrophylla* (Willd.) Wallr., *C. madatapensis* Gagnidze, *C. racemosa* (Willd.) Beauv. и разновидностями *C. macrophylla var. glabra* (C. Koch) Kirp., *C. racemosa var. setulosa* (Trautv.) Kirp., распространенными в ксерофильных центрах Кавказа. *C. macrophylla* широко распространена на Малом Кавказе, на южных склонах Большого Кавказа и спорадически на Северном Кавказе, *C. madatapensis* является эндемом Джавахети и Карабаха. *C. racemosa*

широко представлена в высокогорьях Кавказа и в Малой Азии. Замещающими их видами являются западносибирский *C. uralensis* (Rouy) Beauv. и балканский *C. Plumieri* (L.) Kirschleger.

Секция *Petiolata* Gagnidze представлена двумя близкородственными, вертикально замещающими видами *C. petiolata* (C. Koch) Gagnidze и *C. pontica* (Boiss.) Grossh., образующими кавказско-малоазийский и колхидско-лазистанский типы ареалов. В глубоких и тенистых ущельях Западного Кавказа *C. petiolata* представлена разновидностью *C. petiolata* var. *lobata* Gagnidze.

Ценологически кавказские представители рода являются компонентами субальпийского высокоотравья и горных лесов (*C. Olgaе*, *C. deltoidea*, *C. macrophylla*, *C. prenanthoides* и др.), колхидского леса (*C. pontica*), субальпийских мезофильных лугов (*C. racemosa*, *C. madatapensis*). Они произрастают также на каменистых россыпях, осыпях и моренах.

Экологически кавказские виды являются в основном мезофильными и умеренно-термофильными, с тенденцией некоторых видов к ксерофилизации (*C. prenanthoides* var. *tuaensis*, *C. madatapensis*) и криофилизации (*C. racemosa*).

По происхождению выделяется ядро третичных реликтов, среди которых различается группа консервативных реликтов (*C. Olgaе*, *C. deltoidea*). Имеются также виды четвертичного происхождения (*C. racemosa*, *C. madatapensis*).

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. М. Э. Кирпичников. Род *Cicerbita* Wallr. „Флора СССР“, т. XXIX, М.—Л., 1964.
2. А. С. Шхиян. Заметки о кавказских видах рода *Cicerbita*. Зам. по сист. и геогр. раст. Ин-та бот. АН ГССР, вып. 13, 1947.
3. М. Э. Кирпичников. К познанию отечественных видов родов *Cicerbita* Wallr. и *Cephalorhynchus* Boiss. Бот. мат. Гербария Бот. ин-та им. В. Л. Комарова АН СССР. XXII, 1963.
4. G. Beauverd. Contribution a l'etude des *Convocees*. Suite III. Bull. Soc. Bot. Geneve, 2, Ser. 2, 1910.
5. G. Beauverd. Sur la Distribution Geographique des Generes *Leontopodium* Cass. et *Cicerbita* Wallr. emend. Beauv. Bull. de la Murithienne, f. XXXVI, 1911.
6. R. Visiani. Plantarum Serbicarum Pemptas. Memoriae del. Istit. Veneto, vol. IX, 1860.

ФИТОПАТОЛОГИЯ

Г. С. КАЛИЧАВА, Л. Н. ЛОГИНОВА, Л. Н. САЛДАН

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ИНГИБИТОРОВ НА РЕПРОДУКЦИЮ ВИРУСА ТАБАЧНОЙ МОЗАИКИ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 8.4.1965)

Исследования последних лет показали, что основным источником энергии, используемой при репродукции вирусов, является дыхание клетки [1]. Поэтому соединения, блокирующие транспорт электронов по дыхательной цепи, несомненно, должны оказывать ингибирующее воздействие на репродукцию вирусов.

Действительно, многие дыхательные яды (йодацетат, малонат, диэтилдитиокарбамат, азид, цианид, динитрофенол) подавляли развитие вирусной инфекции в растительных тканях [2].

Применение специфических ингибиторов дает возможность не только выяснить особенности ферментных систем растений, инфицированных вирусом, но и найти новые пути в химиотерапии вирусных заболеваний.

Целью нашего исследования являлось изучение влияния медианаля и хинина на репродукцию вируса табачной мозаики (ВТМ).

Материалы и методы

Работа проводилась с растениями *Nicotiana glutinosa*, *Datura stramonium*, *Chenopodium amaranticolor*.

Растения выращивались в почвенной культуре в теплице лаборатории вирусологии ВИЗРа.

Для инокуляции водный гемогенат из мозаичных листьев табака втирался ватным тампоном в верхнюю поверхность листа. Через 15 минут после заражения листья тщательно промывались водой, высушивались с помощью фильтровальной бумаги и разрезались по средней жилке.

Опытные половинки листьев помещались в чашки Петри на расторы ингибиторов, контрольные—на воду. По окончании экспозиции определялся титр вируса по обычной методике (Сухов, 1959). Концентрация вируса выражалась средним числом некрозов на половинке листа исследуемого растения. Использовались 15—20 листовых пластинок. Опыты проводились в трехкратной поверхности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Влияние мединала на репродукцию ВТМ

Известно, что барбитураты блокируют дыхательную цепь между НАД и цитохромом С [3] или между НАД и флавопротеидом [4], препятствуя окислению восстановленного НАД.

В последние годы установлено, что эти соединения действуют не только на дыхательную цепь, но и на механизм сопряжения окисления и фосфорилирования [5].

В наших экспериментах использовались водные растворы мединала в концентрации $2 \times 10^{-3} M$.

В предварительных опытах было выяснено, что мединал оказывает наиболее сильное воздействие на репродукцию вирусов при значениях рН, близких к нейтральному.

Данные по действию мединала приведены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние мединала на репродукцию ВТМ в листьях растений-ингибиторов

Растение	Время экспозиции	Число некрозов, среднее на половине листа			Подавление репродукции в %
		контроль	опыт	в % к контролю	
<i>Nicotiana glutinosa</i>	3 суток	7,2	2,8	38,9	61,1
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	4 суток	8,9	5,4	60,6	39,4
<i>Datura</i>	3 суток	29,4	14,3	48,6	51,4
<i>Stromonium</i>	4 суток	30,3	19,3	63,8	36,2
	3 суток	11,9	6,7	56,4	43,6
	4 суток	22,2	8,8	39,8	60,2

В этой серии опытов после подсчета некрозов на третьи сутки раствор ингибиторов сливался. По истечении 4 суток с момента инокуляции производился повторный подсчет.

Как видно из табл. 1, мединал заметно подавляет репродукцию ВТМ в случае всех трех исследованных растений-индикаторов (*Nicotiana glutinosa* — на 60%, *Chenopodium amaranticolor* — на 50%, *Datura stromonium* — на 60%).

Таким образом, данные экспериментов с использованием мединала подтверждают наличие непосредственной связи репродукции вируса с энергетическим метаболизмом клетки, а также указывают на взаимосвязь между репродукцией и окислением никотинамидденидинуклеотидов (НАДН).

Действие хиинина на репродукцию ВТМ

Хиинин является конкурентным ингибитором флавопротеидов [6—8]. Нет, однако, единого мнения о том, что является точкой приложения этого ингибитора — флавинаденидинуклеотид или флавинонуклеотид. По-видимому, хиинин способен конкурировать с флавиновыми ферментами, в состав которых входит как ФАД, так и ФМН.

Нами испытывалось действие ряда концентраций хинина ($5 \times 10^{-2} \text{M}$; $2,5 \times 10^{-2} \text{M}$ $1 \times 10^{-2} \text{M}$), используемых обычно в работе с высшими растениями. Эти концентрации обладали сильным ингибирующим эффектом, однако растительные ткани при этом заметно повреждались, особенно в случае *Nicotiana glutinosa*.

Поэтому в дальнейшем растения обрабатывались растворами, концентрация которых была снижена в 10 раз ($5 \times 10^{-3} \text{M}$, $2,5 \times 10^{-3} \text{M}$, $1 \times 10^{-3} \text{M}$).

В табл. 2 приводятся данные по действию хинина на репродукцию ВТМ.

Таблица 2
Влияние хинина на репродукцию ВТМ в листьях растений-ингибиторов

Растения	Метод обработки	Число некрозов, среднее на половинке листа			Подавление репродукции в %
		контроль	опыт	в % к контролю	
<i>Nicotiana glutinosa</i>	Половинки на растворе $2,5 \times 10^{-3} \text{M}$	8,9	5,5	61,7	38,3
	Половинки на растворе $5 \times 10^{-3} \text{M}$	5,5	1,3	23,5	
<i>Datura stromonium</i>	Половинки на растворе $1 \times 10^{-3} \text{M}$	44,2	29,3	66,2	33,8
<i>Datura stromonium</i>	Нанесение раствора с помощью тампона	74,3	49,3	66,5	33,5
<i>Datura stromonium</i>	Опрыскивание	269	139	47,0	53
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	Половинки на растворе $1 \times 10^{-3} \text{M}$	17,0	10,6	62,3	37,7

Из этой таблицы видно, что наиболее сильное воздействие проявил хинин в концентрации $5 \times 10^{-3} \text{M}$ (титр вируса в листьях *Nicotiana glutinosa* снизился на 76,4%). При уменьшении концентрации в 2 раза титр ВТМ возрастал вдвое.

Репродукция ВТМ в тканях *Datura stromonium* оказалась также весьма чувствительной к действию хинина, который в концентрации $1 \times 10^{-3} \text{M}$ подавлял репродукцию на 33,8%.

Нанесение ингибитора на половинки листьев целых растений *Datura stromonium* с помощью ватного тампона подавило развитие некрозов на 53%.

При опрыскивании раствором хинина целых растений *Datura stromonium* мы также наблюдали уменьшение концентрации ВТМ.

На основании изложенного может быть сделан вывод о том, что выключение флавопротендов из цепи переноса электронов существенно влияет на уменьшение репродукции ВТМ.

ბ. ჯალიჩავა, ლ. ლოგინოვა, ლ. სანდანი

ზოზიერტი სუნთქვითი ინჰიბიტორის მოქმედება თამბაქოს
 ვირუსული მოზაიკის რეპროდუქციაზე

რ ე ზ ი უ მ ე

ზრომაში ექსპერიმენტულ მასალაზე დაყრდნობით ნაჩვენებია, რომ ვირუსის რეპროდუქცია და უჯრედის ენერგეტიკული მეტაბოლიზმი, აგრეთვე დაფანგვა ნიკოტინამიდადენინ-დინუკლეოტიდებისა (НАДН), ურთიერთდაკავშირებული პროცესებია.

მედინალის მოქმედებით ვირუსული ინფექცია ინჰიბირებულ იქნა *Nicotiana glutinosa* 60%-ში, *Chinopodium amaranticolor* 50%-ში და *Datura stramonium* 60%-ში, ქინინის მოქმედებით კი—76,4 %-ში, *Nicotiana glutinosa* 76,4 %-ში; *Datura stramonium*-ზე შესხურებით კი—53 %-ში. ამგვარად, მედინალი და ქინინი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, როგორც ეფექტური ანტივირუსული აგენტები.

აღნიშნულის შედეგად შეიძლება დავასკვნათ, რომ ელექტრონების გადატანის ჯაჭვიდან ფლავოპროტეიდების გამოთიშვა შესაძინევად აქვეითებს ვირუსის რეპროდუქციას უჯრედში.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. С. М. Гершензон. Молекулярные основы репродукции и изменчивости вирусов. Вестник АН СССР, 11, 1964, 71—77.
2. В. А. Рыжков, М. К. Марченко. Влияние некоторых метаболитов на размножение вируса мозаичной болезни табака. ДАН СССР, т. 98, № 6, 1954, 1035—1036.
3. J. Hatefi, A. Naavik, P. Jurtschick. Studies on the electrontransport system. DPMH — cytochrome C reductasa. Biochem. Biophys. Acta, 52, 1961, 106.
4. F. Rossi, U. Zabbi. Pathway of glucose oxidation in leucocytes. Exptl. Cell. Res., 25, 1961, 182.
5. A. Pumphrey, E. Redfearn. Inhibition of succinate oxidation by barbiturates in tightly coupled mitochondria. Bioch. Biophys. Acta, 74, 1963, 317.
6. E. Haas. The effect of atabrine and quinine on isolated respiratory enzymes. S. Biol. Chem., 155, 1944, 321.
7. L. Hellerman, A. Lindsay, M. Bovarnick. Flavoenzyme catalysis. J. Biol. Chem., 163, 1946, 583.
8. H. Beinert. Flavin coenzymes in the Enzymes. 2, 1960, 339.

П А Р А З И Т О Л О Г И Я

Л. И. КОЯВА

НОВЫЙ ВИД МОНОГЕНЕТИЧЕСКОГО СОСАЛЬЩИКА
DACTYLOGYRUS CHRAMULII SP. NOV.

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Каландадзе 16.6.1965)

При изучении паразитофауны рыб р. Куры и Тбилисского водохранилища в жабрах храмули нами был найден новый вид моногенетического сосальщика, названный в соответствии с названием хозяина.

Dactylogyrus chramulii sp. nov.

Хозяин—храмуля *Varicorhynchus capota* (Güld).

Локализация—жаберные лепестки.

Местонахождение—р. Кура и Тбилисское водохранилище.

Частота инвазии—семь из 72 исследованных экземпляров храмули (9,7%) в Тбилисском водохранилище и один из 52 в р. Куре (1,9%).

Интенсивность инвазии—1—8 экземпляров в Тбилисском водохранилище и один экземпляр в р. Куре.

Описание вида (рис. 1). Мелкие, очень нежные паразиты. Длина тела 0,64—1,19 мм, максимальная ширина 0,15 мм.

На расстоянии 0,13—0,35 мм от передней части тела расположен копулятивный орган, состоящий из поддерживающего аппарата и длинной хитиной трубки.

Общая длина копулятивного органа 0,060 мм. Хитиновая трубка длинная, задняя часть ее слегка расширена. По направлению к дистальному концу хитиновая трубка слегка утоньшается и изгибается. Длина хитиновой трубки копулятивного органа 0,050—0,060 мм, диаметр в средней части около 0,002 мм. Длина его расширенной части 0,021 мм, при ширине 0,006—0,010 мм.

Поддерживающий аппарат сходен с таковым у *D. linstowi* Bychowsky, 1936. Размер прикрепительного диска 0,045—0,09×0,051×0,11 мм.

Прикрепительный аппарат построен по общему, характерному для дактилогирид принципу. Он состоит из семи пар краевых крючков, одной пары срединных крючков и двух соединительных пластинок (рис. 2). Вагинальная хитиновая трубка имеется.

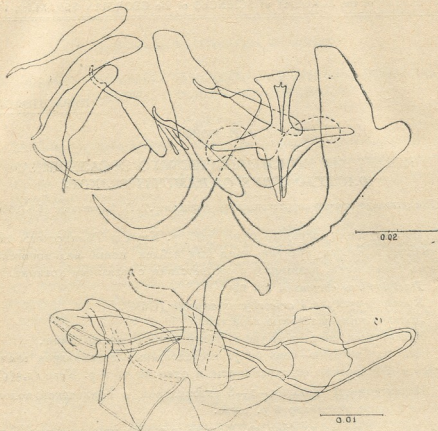


Рис. 1. *Dactylogyrus chramulii* sp. nov. от храмули. Копулятивный орган и вооружение прикрепительного диска с половинным набором краевых крючков

Длина большого среднего крючка 0,048—0,050 мм; длина его основной части 0,039—0,040 мм. Длина внутреннего отростка 0,021 мм; длина наружного отростка 0,006 мм.



Рис. 2. Вагинальное вооружение в виде короткой трубки с дисковидным расширением на конце

Длина острия крючка 0,015—0,018 мм. Длина краевого крючка 0,027—0,037 мм. Соединительная пластинка в середине прогнута, длина ее 0,006 мм, ширина 0,024—0,030 мм. Дополнительная пластинка крестообразной или пятилучевой формы, длина ее 0,030—0,032 мм, ширина 0,027—0,028 мм.

Исследовано с измерениями 10 экземпляров.

Дифференциальный диагноз

По анатомо-морфологическому строению и размерам этот вид близко стоит к *Dactylogyrus linstowi* Burchowsky, 1936, однако отличается от него следующими признаками.

1. Детальми строения поддерживающего аппарата.
2. Дополнительная пластинка описываемого вида крестообразная, а у *D. linstowi* — образной формы.
3. Вагинальная трубка у нового вида имеется.
4. По форме дополнительной пластинки диска описываемый вид сходен с группой дактилогирусов от разных видов *Barbus* (*D. kulwieci* Burchowsky, 1931, *D. affinis* Burchowsky, 1933 и др.), но отличается от них отсутствием передних отростков дополнительной пластинки и деталями формы срединных крючьев и копулятивного органа.

Приведенные выше отличия дают нам основание отнести описываемый паразит к новому виду *Dactylogyrus chramulii* sp. nov.

Тип хранится в отделе паразитологии Института зоологии Академии наук Грузинской ССР, а паратипы — в коллекции Зоологического института АН СССР.

Академия наук Грузинской ССР
Институт зоологии
Тбилиси

(Поступило в редакцию 16.6.1965)

პარაზიტოლოგია

ლ. კოჯავა

მონოგენეზური მწოველას ახალი სახეობა
DACTYLOGYRUS CHRAMULII KOJAWA SP. NOV.

რეზიუმე

შრომაში განხილულია მონოგენეზური მწოველას ახალი სახეობა — *Dactylogyrus chramulii* sp. nov., რომელიც ნაპოვნია მდ. მტკვრისა და თბილისის წყალსაცავის თევზების პარაზიტოფაუნის შესწავლის დროს ხრამულის ლაყუნებში.

ტექსტს დართული აქვს ახალი სახეობის აღწერა, დიფერენციალური დიაგნოზი და სურათი.

დავროვებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. Е. Быховская-Павловская, А. В. Гусев и др. Определитель паразитов пресноводных рыб СССР. М.—Л., изд. АН СССР, 1962.

Г. И. МАИСАЯ

О ГИСТОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ ФОСФАТАЗ В ПЛАЦЕНТЕ И ПЛАЦЕНТАРНОЙ ПЛОЩАДКЕ МАТКИ В РАЗНЫЕ СРОКИ БЕРЕМЕННОСТИ У БЕЛЫХ КРЫС

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 14.9.1965)

Имеющиеся в литературе данные биохимических исследований плаценты указывают на содержание в последней фосфатаз и на их важную роль в протекающих в ней обменных процессах.

Современные методы гистохимических исследований могут дать представление не только о содержании в плаценте названных ферментов, но и о их гистотопографии, еще недостаточно изученной. Данные немногочисленных авторов, изучавших этот вопрос, весьма разноречивы [1—5].

В настоящей работе приведены материалы гистохимических исследований щелочной фосфатазы, кислой фосфатазы и аденозинтрифосфатазы (АТФ-азы) в плацентарной ткани и плацентарной площадке матки белых крыс в разные сроки нормально протекающей беременности.

Нами исследованы плаценты и плацентарные площадки матки 38 белых крыс. Две из них были небеременные, остальные находились в разных периодах беременности (беременность 3—4 дня—5 наблюдений, 10 дней—6, 13 дней—5, 15 дней—6, 17 дней—4, 20 дней—6, 22 дня—4). Животные забивались декапитацией. Материал, взятый сейчас же после умерщвления животного, фиксировался в 10% нейтральном охлажденном формалине. Срезы, полученные с замораживающего микротома, толщиной не больше 10 м, окрашивались по методу Гомори для выявления кислотой и щелочной фосфатазы и по методу Мейзеля и Вахштейна для выявления АТФ-азы.

Результаты проведенного нами исследования показали, что в стенке матки небеременных белых крыс щелочная фосфатаза выявляется в основном в слизистой оболочке—в эпителиальных клетках, выстилающих ее и расположенные в ней железы (+ + +), где она находится исключительно в ядрышках и мембранах ядер. Щелочная фосфатаза обнаруживается также в эндотелии мелких кровеносных сосудов и капилляров слизистой оболочки, подслизистого и мышечного слоев стенки матки (+ + +). В названных клетках щелочная фосфатаза находится главным образом в цитоплазме. Клетки подслизистого слоя содержат небольшое (+) количество щелочной фосфатазы, расположенной в ядрышках и мембранах ядер. В мышечных волокнах и расположенных между ними соединительнотканых прослойках щелочная фосфатаза отсутствует или же содержится лишь в весьма незначительном количестве.

На 3—4-е сутки беременности щелочная фосфатаза выявляется в виде мельчайшей пыли в цитоплазме эпителиальных клеток, выстилающих слизистую оболочку и расположенные в ней железы (+++).

В ядрышках и мембранах ядер названных клеток ее активность полностью отсутствует. Щелочная фосфатаза выявляется также в эндотелии капилляров всех слоев стенки матки (+++). В отличие от небеременной матки, щелочная фосфатаза в эндотелии кровеносных сосудов (исключая эндотелий капилляров) не выявляется. В мышечном слое щелочной фосфатазы нет или же наблюдается лишь слабо выраженная положительная реакция на присутствие указанного фермента.

С 6 по 11-й день беременности в стенке матки количество щелочной фосфатазы не меняется, за исключением эндотелия капилляров, в котором активность фермента несколько падает (++).

В плацентарных клетках щелочная фосфатаза выявляется с 10-го дня беременности, когда плацента уже вполне сформирована. В плацентарных клетках фермент обнаруживается в цитоплазме клеток в виде мелких, равномерно расположенных зерен, причем в лабиринтной части ее активность больше (+++), чем во внелабиринтной части (++).

С 13-го дня беременности, помимо названных выше клеточных элементов матки, щелочная фосфатаза начинает выявляться в мышечных волокнах и соединительнотканых прослойках (+++) миометрия. На этом же этапе развития беременности в плаценте, особенно в некоторых участках внелабиринтной ее части, расположенных в области лакун, выявляется большое количество фермента (+++++).

В последующие сроки беременности, т. е. в течение всей последней недели (15—22 дня), активность щелочной фосфатазы постепенно усиливается как в стенке матки, так и в плаценте. Особенно резко усиливается активность фермента в плацентарных клетках, расположенных в непосредственной близости от лакун (+++++).

У небеременных крыс кислая фосфатаза выявляется во всех слоях стенки матки. В слизистой оболочке кислая фосфатаза обнаруживается в умеренном количестве (+++) в эпителиальных клетках, выстилающих слизистую оболочку, и в эндотелии кровеносных сосудов. В названных клетках фермент в большем количестве находится в ядрышках, в меньшем — в ядрах и в незначительном — в цитоплазме.

В мышечном слое матки кислая фосфатаза обнаруживается в умеренном количестве в мышечных волокнах (++) и в соединительнотканых прослойках (+++) и в эндотелии кровеносных сосудов (+++), в которых она расположена в ядрах и цитоплазме.

С наступлением беременности в стенке матки количество кислой фосфатазы нарастает. На 3—4-е сутки беременности фермент выявляется в эпителиальных клетках, выстилающих слизистую оболочку и расположенные в ней железы (+++++), в клетках подслизистого слоя (++) в мышечных волокнах и соединительнотканых прослойках миометрия (+++++), в эндотелии кровеносных сосудов всех слоев стенки матки (+++++). В названных клетках кислая фосфатаза в основном расположена в ядрышках и ядрах, а также в значительном количестве в цитоплазме.

На 6—7-е сутки беременности количество кислой фосфатазы несколько уменьшается в эпителиальных клетках, выстилающих слизи-

стую оболочку и расположенные в ней железы (+++), и в мышечных волокнах миометрия (+++), где фермент расположен в ядрах и ядрышках. В цитоплазме фермента нет.

С 10—11-го дня беременности активность кислой фосфатазы в стенке матки вновь повышается. Она выявляется в эпителиальных клетках, выстилающих слизистую оболочку (++++), в клетках подслизистого слоя стенки матки (+++), в мышечных волокнах (+++++) и соединительнотканых прослойках миометрия (+++), в эндотелии кровеносных сосудов стенки матки (++++). В названных клетках кислая фосфатаза расположена в ядрах и ядрышках.

В плаценте, которая к этому времени уже сформировалась, выявляется чрезмерно большое количество кислой фосфатазы (+++++). Она равномерно распределена как в лабиринтной, так и во внелабиринтной частях плаценты.

В плацентарных клетках фермент расположен главным образом в ядрах и ядрышках, где он выявляется с высокой активностью. В цитоплазме кислая фосфатазная активность значительно слабее.

В последующие сроки беременности (13—22 дня) активность кислой фосфатазы постепенно повышается как в стенке матки, так и в плаценте, достигая максимума на 20-й день беременности.

В стенке матки небеременных белых крыс АТФ-аза обнаруживается в умеренном количестве (+++). Она расположена во всех слоях стенки матки в виде черных зернышек средней величины.

Со становлением беременности по 6—7-й день ее наблюдается некоторое повышение активности АТФ-азы мышечной оболочки стенки матки (+++++).

На 10—11-е сутки беременности количество АТФ-азы в стенке матки, по сравнению с предыдущими сроками беременности, значительно увеличивается. Она выявляется в виде крупных черных зерен во всех слоях стенки матки (+++++). Плацента, которая к этому времени вполне сформирована, также содержит большое количество фермента (+++++), который равномерно расположен как в лабиринтной, так и во внелабиринтной ее частях.

В последующие сроки беременности активность АТФ-азы в плаценте и в стенке матки остается на высоком уровне.

Из вышесказанного можно заключить, что в небеременной матке белых крыс щелочная фосфатаза выявляется в умеренном количестве лишь в эпителиальных клетках, выстилающих слизистую оболочку и расположенные в ней железы, в эндотелии мелких кровеносных сосудов и капилляров слизистого, подслизистого и мышечного слоев стенки матки. С наступлением беременности по 13-й день ее в матке белых крыс наблюдается почти такая же картина, что и у небеременных крыс, если не считать некоторого уменьшения количества щелочной фосфатазы в эндотелии мелких кровеносных сосудов и капилляров всех слоев стенки матки.

С 13-го дня беременности активность щелочной фосфатазы постепенно повышается. К этому времени, помимо названных выше клеток, щелочная фосфатаза начинает выявляться и в мышечных волокнах и расположенных между ними соединительнотканых прослойках. Повышение активности названного фермента продолжается вплоть до наступления родов.

В плаценте щелочная фосфатаза выявляется с 10-го дня беременности, т. е. к периоду ее полного сформирования. С развитием беременности активность названного фермента в плацентарной ткани резко повышается, особенно в тех участках внелабиринтной части плаценты, которые расположены в непосредственной близости от лакун.

На основании наших же исследований можно заключить, что в матке небеременных белых крыс кислая фосфатаза, в отличие от щелочной фосфатазы, выявляется во всех слоях стенки матки также в умеренном количестве. Со становлением беременности активность названного фермента повышается. Лишь к 6—7-му дню беременности она несколько снижается, но с 10-го дня активность фермента вновь повышается и продолжает повышаться до наступления родов.

В плаценте активность кислой фосфатазы значительно высокая уже со времени ее формирования, причем, в отличие от щелочной фосфатазы, ее активность одинакова как в лабиринтной, так и во внелабиринтной частях. Активность названного фермента в плаценте с развитием беременности также постепенно повышается.

Относительно АТФ-азы наши исследования показали, что в матке небеременных белых крыс она, как и кислая фосфатаза, выявляется в умеренном количестве во всех слоях стенки матки.

Со становлением беременности ее активность повышается. Особенно резкое повышение активности названного фермента наблюдается с 10—11-го дня. Высокий уровень активности АТФ-азы в стенке матки держится до наступления родов. В плаценте, как в лабиринтной, так и во внелабиринтной ее частях, активность АТФ-азы чрезмерно высокая со дня ее формирования и остается высокой до последних дней беременности.

Результаты проведенных нами исследований показывают необходимый для нормального течения беременности фон гистохимических особенностей щелочной и кислой фосфатаз и АТФ-азы. Этот фон может служить контролем для определения причин прекращения беременности, когда общеморфологические методы исследования не выявляют патологических изменений, т. е. не показывают причины прекращения беременности.

Тбилисский государственный
 медицинский институт

(Поступило в редакцию 14.9.1965)

ანატომია

ბ. მაისაია

ზოგჯერბაზუგების ჰისტოქიმიური თავისებურებანი მკვერვის
 სხვადასხვა პერიოდში მყოფი თეთრი ვირთაგვების
 პლაცენტასა და საშვილოსნოს პლაცენტურ არეში

რ ე ზ ი უ ნ ე

შრომაში წარმოდგენილია მკვერვის სხვადასხვა ვადებში მყოფი 38 თეთრი ვირთაგვის პლაცენტისა და საშვილოსნოს პლაცენტური არეს ჰისტოქიმიური გამოკვლევის შედეგები. შესწავლილია პლაცენტასა და საშვილოსნოს პლაცენტურ არეში ტუტე და მუავე ფოსფატაზები და ადენოზინტრიფოსფატაზა. მასალის ფიქსაცია წარმოებდა 10%-იან ნეიტრალურ ცივ ფორმალინში.

მასალის ჰისტოქიმიური შესწავლისას აღმოჩნდა, რომ არამაყე საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსისა და მისი ჯირკვლების გამომჟღავნებელი ეპითელი, აგრეთვე საშვილოსნოს კედლის ლორწოვან, ლორწუქეშა და კუნთოვან შრეებში მოთავსებული წვრილი უჯრების სისხლძარღვთა და კაპილართა ენდოთელიუმში შეიცავს ტუტე ფოსფატაზების ზომიერ რაოდენობას.

თითქმის ასეთივე სურათი აღინიშნება საშვილოსნოში მაკეობის დაწყებიდან მისი განვითარების მე-13 დღემდე, შემდეგ კი ტუტე ფოსფატაზების აქტივობა მატულობს. ამ დროისათვის ისინი ვლინდება აგრეთვე კუნთოვან ბოჭკოებშიც და მათ შორის მოთავსებულ შემავრთქსოვილოვან ხარისხებში.

საშვილოსნოში აღნიშნული ფერმენტის აქტივობის მომატება გრძელდება მშობიარობის დაწყებამდე. პლაცენტაში ტუტე ფოსფატაზები ვლინდება მაკეობის მე-10 დღიდან, ე. ი. პლაცენტის სრული ჩამოყალიბებისას. მაკეობის განვითარებასთან ერთად ფერმენტის აქტივობა პლაცენტის ქსოვილში მკვეთრად მატულობს, განსაკუთრებით ლაკუნებთან ახლომდებარე უბნებში.

მეყვე ფოსფატაზების ზომიერი რაოდენობა ვლინდება არამაყე საშვილოსნოს კედლის ყველა შრეში. მაკეობის პირველ დღეებში მათი აქტივობა რამდენადმე მატულობს, ხოლო მკვეთრად იზრდება მაკეობის მე-10 დღიდან და გრძელდება მშობიარობის დაწყებამდე. პლაცენტაში მაკეობის მე-10 დღისათვის მეყვე ფოსფატაზების აქტივობა მაღალია და ხასიათდება თანაბარი ინტენსივობით როგორც ლაბირინტულ, ისე ლაბირინტისგარე ნაწილებში. მაკეობის განვითარებასთან ერთად აღნიშნული ფერმენტის აქტივობა თანდათან მატულობს.

აღენოზინტრიფოსფატაზა, არამაყე საშვილოსნოს კედლის ყველა შრეში ვლინდება საშუალო რაოდენობით.

მაკეობის პირველსავე დღეებში მისი აქტივობა იზრდება, განსაკუთრებით მკვეთრად კი მაკეობის მე-10—მე-11 დღიდან. მომდევნო დღეებშიც მშობიარობის დაწყებამდე აღინიშნება აღენოზინტრიფოსფატაზის მაღალი აქტივობა. პლაცენტაში მის როგორც ლაბირინტულ, ისე ლაბირინტისგარე ნაწილებში აღნიშნული ფერმენტის აქტივობა ძალზე მაღალია მაკეობის მე-10—მე-11 დღეზე, რასაც ინარჩუნებს მშობიარობის დაწყებამდე.

დასომხებულნი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. И. Шаров. Гистохимическое исследование активности щелочной и кислой фосфатаз в тканях матки и плаценты беременных белых крыс. Бюлл. эксп. биол. и мед., т. 45, № 2, 1958, 108—112.
2. И. И. Шаров. О фосфатазах в плаценте человека. Бюлл. эксп. биол. и мед., т. 56, № 8, 1963, 64—64.
3. Т. Б. Яценко. Кислая и щелочная фосфатазы плаценты человека в норме и при некоторых патологических состояниях. Акушерство и гинекология, № 6, 1958.
4. D. G. McKay, A. T. Hertig, E. Adams, M. Richardson. Histochemical observations on the human placenta. Obstetrics in gynecology, 12, 1, 1958, 1—36.
5. G. Stark, W. Jung. Phosphatasen in der Placenta und ihren einzelnen Zellfraktionen. Arch. gynäk., 187, 3, 1956, 398 — 405.



ФИЗИОЛОГИЯ

В. М. МОСИДЗЕ, Н. Б. ШЕРЕШЕВА

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ ПОЛУШАРИЯМИ ГОЛОВНОГО
 МОЗГА ПРИ ВЫРАБОТКЕ УСЛОВНОГО РЕФЛЕКСА НА
 ИЗОЛИРОВАННОЕ РАЗДРАЖЕНИЕ ОДНОГО УХА**

(Представлено членом-корреспондентом Академии С. П. Нарикашвили 20.5.1965)

Одним из интересных вопросов межполушарного взаимодействия является вопрос обмена сенсорной информации между полушариями. И. С. Бериташвили [1], Мелло, Ёрвин и Кобб [2] на голубях, Вонеида [3] и Газзанига [4] на кошках и обезьянах (до и после комиссуротомии) изучали вопрос передачи зрительной информации от одного полушария к другому. Возможность передачи звуковой информации из одного полушария в другое у нормальных и у комиссуротомированных животных не изучена.

Животные с расщепленным мозгом [3—5], у которых перерезаны мозговые комиссуры, представляют собой прекрасный объект для изучения физиологии межполушарного взаимодействия. Нами были использованы такие животные с целью изучения возможности передачи звуковой информации из одного полушария в другое.

Методика

Опыты были проведены на одной нормальной собаке и на двух собаках с расщепленным мозгом в условиях звуконепроницаемой кабины по методике двигательного-оборонительного условного рефлекса. На ленте кимографа производилась запись движений всех четырех конечностей собаки. Условные рефлексы вырабатывались как на раздражение звуком одного какого-либо уха (что достигалось методикой, предложенной К. С. Абуладзе), так и на общие звуковые сигналы, действующие на оба уха.

Опыты начались через 3—4 недели после операции расщепления мозга. Они продолжались в течение 12—15 месяцев.

Результаты опытов и их обсуждение

Нашими предыдущими исследованиями было показано, что при изолированном раздражении (звуком) одного какого-либо уха ипсилатеральные афферентные волокна слуховой системы не принимают участия в образовании временной связи [6], т. е. связь образуется только в контралатеральной гемисфере.

Учитывая это положение, опыты мы поставили прежде всего на нормальной собаке Рекс. Условные рефлексы у нее были выработаны на изолированное раздражение правого уха звуком (тон 500 гц) и на общий сигнал — звонок, подаваемый в экспериментальную кабину. Эти условные сигналы подкреплялись электрическим раздражением правой передней лапы. После выработки двигательного-оборонительного условного рефлекса на тон 500 гц, подаваемый изолированно в правое

ухо, в отдельные опытные дни производились пробные раздражения (в неделю один раз) противоположного левого уха тем же сигналом. Такое пробное раздражение никогда не подкреплялось электрическим раздражением конечности.

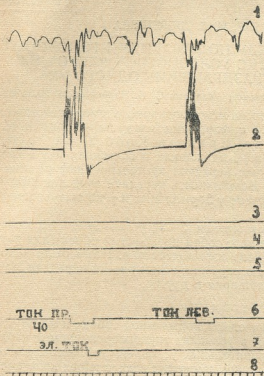


Рис. 1. Собака Рекс. 1—дыхание, 2—правая передняя конечность, 3—левая передняя, 4—правая задняя, 5—левая задняя, 6—отметка условного раздражения, 7—отметка безусловного раздражения, 8—время, 2 сек. Пробное раздражение звуком левого уха вызывает двигательный-оборонительный рефлекс правой передней конечности

Пробное раздражение левого уха всегда вызывало двигательный-оборонительный рефлекс правой передней лапы как в начальный период выработки условного рефлекса, так и в последующее время (рис. 1). Оказалось, что эффект сгибания правой передней лапы при пробных раздражениях левого уха вызывается не по принципу суммационного рефлекса или доминанты. Это вытекает из того факта, что при экстренном применении индифферентных раздражителей (тон 1000 гц, звонок, свет, касалка и др.) внешний эффект в виде сгибания правой передней лапы не наблюдается.

Таким образом, образование временной связи в одном полушарии у животных с интактной нервной системой находит свое отражение и в другом полушарии, что проявляется в том, что выработанный условный рефлекс может вызываться раздражением как одного (раздражением которого вырабатывался рефлекс), так и другого (редкое раздражение которого не подкреплялось) уха. Это взаимодействие между полушариями, понятно, может осуществляться через комиссуральные связи. С целью выяснения роли последних в передаче звуковой информации из одного полушария в другое были поставлены опыты на двух собаках (Белка и Барс), у которых заранее были перерезаны все мозговые

комиссуры, т. е. мозг был расщеплен полностью до передних бугров четверохолмия (рис. 2, 3).

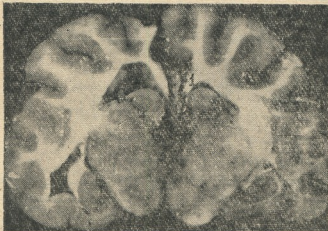


Рис. 2. Фронтальный срез расщепленного мозга собаки Белки. Рассечены: 1—мозолистое тело, 2—свод, 3—передняя комиссура, разрез доходит до основания черепа



Рис. 3. Фронтальный срез расщепленного мозга собаки Белки. Рассечены: 1—мозолистое тело, 2—свод, 3—habenулярная комиссура, разрез доходит до основания черепа

На одной из собак (Белка) через 4 недели после операции рассечения мозга был выработан двигательнo-оборонительный условный рефлекс правой передней конечности на изолированное раздражение правого уха (тон 1000 гц). После образования условного рефлекса в пробных опытах тот же тон подавался в левое ухо. Такое экстренное раздражение левого уха у Белки не вызывало двигательнo-оборонительного рефлекса ни в первых, ни в последующих опытах (рис. 4).

Сходные данные были получены и на другой собаке (Барс), на которой опыты были начаты также через 4 недели после операции. У нее был выработан двигательнo-оборонительный рефлекс левой передней

лапы на изолированное раздражение левого уха (тон 1000 гц). После упрочения условного рефлекса раздражение тем же тоном правого уха не вызывало выработанного на раздражение левого уха двигательного оборонительного рефлекса. В дальнейшем применение редких пробных раздражений правого уха ни разу не вызывало двигательной оборонительной реакции (рис. 5).

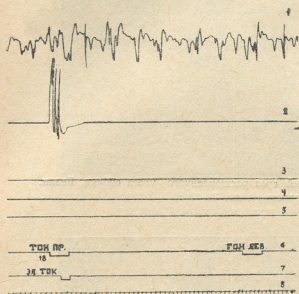


Рис. 4. Собака Белка. Обозначения те же, что и на рис. 1. Экстренное раздражение звуком левого уха не вызывает двигательного оборонительного рефлекса

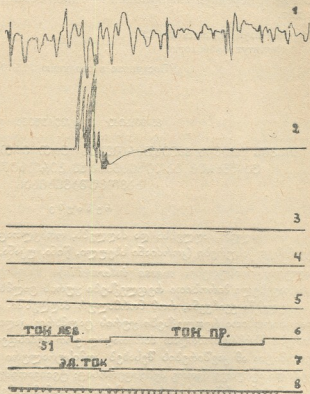
Таким образом, у собак с расщепленным (до передних бугров четверохолмия) мозгом выработанный на изолированное раздражение одного уха условный рефлекс не вызывается раздражением другого уха. Это свидетельствует о том, что взаимодействие между полушариями, которое обнаруживается при выработке условных рефлексов у животных с интактным головным мозгом, осуществляется через комиссуральные связи.

При обсуждении результатов наших опытов прежде всего надо коснуться значения ипсилатеральных путей в этих реакциях. Как установлено в наших предыдущих исследованиях [6], у животных с интактной нервной системой при выработке условного рефлекса на изолированное раздражение одного какого-либо уха временная связь образуется в контралатеральном полушарии, что связано с большим количеством перекрещенных слуховых волокон.

В какой-то степени это положение подтверждается и результатами настоящих опытов. Если бы временная связь образовывалась в ипсилатеральном полушарии, то после перерезки комиссур головного мозга условный рефлекс должен был бы проявляться и на экстренное раздражение другого уха. Однако это ни разу не наблюдалось. Значит, ипсилатеральные афферентные волокна слуховой системы (при изолированном раздражении одного уха) не принимают участия в образовании временной связи.

В наших опытах исключается также возможность костной проводимости из одного уха в другое. Если бы имела место костная передача звукового сигнала из одного уха в другое, то у собак с расщепленным мозгом при пробных раздражениях противоположного уха должен был бы проявиться двигательно-оборонительный условный рефлекс. Однако это также не наблюдалось.

Рис. 5. Собака Барг. 1—дыхание, 2—левая передняя конечность, 3—правая передняя, 4—левая задняя, 5—правая задняя, 6—отметка условного раздражения, 7—отметка безусловного раздражения, 8—время, 2 сек. Экстренное раздражение звуком правого уха не вызывает двигательно-оборонительного рефлекса



Таким образом, у собаки с расщепленным мозгом передачи звуковой информации из одного полушария в другое не происходит. Взаимодействие между полушариями, наблюдаемое у животных с интактной нервной системой, осуществляется, видимо, целиком через комиссуры головного мозга.

В дальнейших исследованиях предполагается установить, через какие комиссуры происходит главным образом взаимодействие между полушариями при образовании односторонних условных рефлексов.

Заключение

У нормальных собак и у собак с перерезанными мозговыми комиссурами (мозолистое тело, передняя, задняя, табенуальная, гипокампальная комиссуры, *massa intermedia*) вырабатывались двигательно-оборонительные условные рефлексы на изолированное раздражение звуком одного уха.

Опыты показали, что у нормальных собак при выработке условного рефлекса на звуковое раздражение, подаваемое в одно ухо, временная связь образуется в основном в одном, контралатеральном полушарии. Однако звуковая информация, связанная с образованием одностороннего условного рефлекса, через комиссуральные пути передается и в другое, противоположное полушарие. У собак с расщепленным мозгом этой передачи информации из одной гемисферы в другую не происходит.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физиологии

(Поступило в редакцию 20.5.1965)

ფიზიოლოგია

ა. მოსიძე ბ. შერეშვა

თავის ტვინის ჰემისფეროების შრტიერთმომკმედება ყურის
 ცალმხრივ გაღიზიანებაზე პირობითი რეფლექსის
 გამომწვევებისას

რეზიუმე

ნორმალურ ძაღლებსა და ძაღლებს, რომელთაც გადაკვეთილი ჰქონდათ ტვინის კომისურები (კორძიანი სხეული, წინა, უკანა, ჰაზენულარული, ჰიპოკამპალური კომისურები, *massa intermedia*) უმუშავდებოდათ თავდაცვით-მაშობრავებელი პირობითი რეფლექსები ყურის ცალმხრივ გაღიზიანებაზე.

ცდებმა გვიჩვენა, რომ ნორმალურ ძაღლებში, რომელთაც უმუშავდებოდათ პირობითი რეფლექსები ყურის ცალმხრივ გაღიზიანებაზე, დროებითი კავშირები წარმოეშობოდათ ძირითადად ერთ ჰემისფეროში, მაგრამ ბგერითი ინფორმაცია ამ კავშირებს შესაბამის კომისურალური გზების მეშვეობით გადაეცემოდა აგრეთვე მეორე ჰემისფეროსაც: ტვინგათიშულ ძაღლებში კი ასეთი გადაცემა ინფორმაციისა ერთი ჰემისფეროდან მეორეში არ ხდება.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. С. Бериташвили. Первые механизмы поведения высших позвоночных животных. М., 1961.
2. N. K. Mello, F. R. Ervin, S. Cobb. Intertectal integration of visual information in pigeon: Electrophysiological and behavioral observations. Bol. Inst. Estud. Med. Biol. Mex., 21, 1963, 519—533.
3. T. I. Voneida. Performance of a visual conditioned response in splitbrain cats. Exp. Neurol., 8, 1963, 493—504.
4. M. S. Gazzaniga. Effects of commissurotomy on a preoperatively learning visual discrimination. Exp. Neurol., 8, 1963, 14—19.
5. В. М. Мосидзе. X съезд Всесоюзного общества физиологов, т. II, вып. 2, Ереван, 1964, 108.
6. В. М. Мосидзе. О парной и раздельной деятельности больших полушарий головного мозга. Тбилиси, 1964.



მასპარეზობის მეთოდები

კ. მარტოვი (საქართველოს სსრ მეც. აკადემიის აკადემიკოსი), თ. ტყეშელაშვილი,
 ბ. აბაშიძე

საკვები შელატინისაგან სისხლშემცველი ხსნარის მომზადების
 საკითხისათვის

ჟელატინი, როგორც სისხლშემცველი ხსნარის მოსამზადებელი მასალა, დიდი ხანია იყრობს მკვლევართა ყურადღებას. ეს გარემოება შეპირობებულია იმით, რომ ჟელატინი, სხვა ცილებისაგან განსხვავებით, მოკლებულია საზეობრივ სპეციფიკურობას და ორგანიზმში მისი შეყვანა არ იწვევს ანაფილაქსურ, ტოქსიკურ და პიროგენულ რეაქციებს [1—3].

გარდა ამისა დადგენილია, რომ ჟელატინი არ ლაგდება შინაგან ორგანოებში და არ იწვევს მათ მორფო-ფუნქციურ ცვლილებებს [4].

აღსანიშნავია აგრეთვე ჟელატინის სხვა დადებითი მხარეებიც. კერძოდ, დამტკიცებულია, რომ ვენაში შეყვანილი ჟელატინი მონაწილეობს ორგანიზმის ცილოვან ცვლაში [5—6]. რიგი ავტორების [7—9] მონაცემებით ჟელატინის ხსნარის გადასხმა აძლიერებს სისხლწარმოქმნის პროცესს, ხელს უწყობს სისხლის ცილების სინთეზს, არეგულირებს სისხლის შედედების სისტემის აქტივობას და იწვევს ისეთივე დადებით იმუნო-ბიოლოგიურ ძვრებს, როგორცაც იძლევა გამაგლობულის ინიექციები.

განსაკუთრებით საყურადღებოა ჟელატინის ხსნარის კარგი ჰემოდინამიკური მოქმედება, რაც შემჩნეულ იქნა ჯერ კიდევ 1915 წელს ჰოვანის [10] მიერ.

შემდგომში ჟელატინისაგან სისხლშემცველი ხსნარის მომზადების ინტერესი ერთგვარად შენელდა: დაბალი კონცენტრაციის ხსნარის სამკურნალო ეფექტი შედარებით სუსტი აღმოჩნდა, ხოლო მაღალი კონცენტრაციის ხსნარის ტრანსფუზია მოუხერხებელი გახდა, ვინაიდან იგი ოთახის ტემპერატურის პირობებში გელიფიკაციას განიცდიდა.

ამ დაბრკოლების თავიდან აცილების მიზნით ზოგიერთი ავტორის მიერ ნაწარმოებია ჟელატინის სათანადო დამუშავება, რაც მდგომარეობს ძირითადად მის ნაწილობრივ ჰიდროლიზში. ამ წესით მომზადებულია გერმანიაში პატენტური პრეპარატი — „ოქსიპოლიჟელატინი“, ამერიკის შეერთებულ შტატებში — „თხიერი მოდიფიცირებული ჟელატინი“, საფრანგეთში — „პლაზმოჟელი“, საბჭოთა კავშირში — „ჟელატინოლი“.

აღსანიშნავია, რომ ამ სისხლშემცველების გადასხმა იწვევენ სისხლის გამოშვებით დაქვეითებული არტერიული სისხლის წნევის სწრაფ აღდგენას. მაგრამ მიღებული ეფექტი არასტაბილურია: ჟელატინის ხსნარის დაბალმოლეკუ-



ღური ფრაქციები მალე ტოვებენ სისხლძარღვთა კალაპოტს, რის შედეგადაც აღგილი აქვს ცირკულაციაში არსებული პლაზმის მოცულობის შემცირებას და არტერიული სისხლის წნევის განმეორებით დაქვეითებას. აღსანიშნავია, რომ საბჭოთა კავშირში მომზადებული ხსნარის—„ეელატინოლის“ მოლეკულური წონა უდრის 20 000-ს [11]. ხოლო ამერიკული პრეპარატის —თხიერი მოდიფიცირებული ეელატინისა—მერყეობს 10 000-დან 100 000-მდე [12].

წინამდებარე შრომაში ჩვენ მიზნად დავისახეთ მოგვეზადებინა საკვები ეელატინისაგან ისეთი სისხლშემცველი ხსნარი, რომელიც თთახის ტემპერატურის პირობებში შეინარჩუნებდა თხიერ მდგომარეობას, ერთი მხრივ, და მოგვემდა მდგრად ჰემოდინამიკურ ეფექტს, მეორე მხრივ. აღნიშნულის შესასრულებლად ჩვენ გადავწყვიტეთ ჩაგვეტარებინა ეელატინის ნაწილობრივი ჰიდროლიზი და გამოვეყოს მისგან ისეთი ფრაქცია, რომლის მოლეკულური წონა იქნებოდა 60—70 ათასი, ე. ი. დაახლოებით ისეთი, როგორიც აქვს სისხლის შრატის ალბუმინს. ამ უკანასკნელის მოლეკულური წონა კი, როგორც ცნობილია, საუკეთესოა არტერიული სისხლის წნევისა და ცირკულაციაში არსებული პლაზმის მოცულობის სტაბილური აღდგენის თვალსაზრისით.

საკვები ეელატინის ჰიდროლიზს ვაწარმოებდით მარილმჟავასთან დუღილით. ხსნარს ვანეიტრალდით ნატრიუმის ტუტით. ჰიდროლიზატის ფრაქციონირებას ვახდენდით სხვადასხვა სახის სეფადექსის ან ეთილის სპირტის საშუალებით.

ეელატინის ხსნარის ფრაქციონირებისათვის ნაცადი იყო შემდეგი მარკის სეფადექსები: G-25, G-50, G-75, G-100 და ДЭАН A-50. სეფადექსების გაჯირჯებას ვახდენდით სუფრის მარილის იზოტონური ხსნარით. გაჯირჯებული სეფადექსის სუსპენზია გადაგვქონდა მინის მილში, რომლის სიგრძე უდრიდა 70 სმ, ხოლო დიამეტრი—2,5 სმ. მილს ჭვედა ბოლოზე გაკეთებული ჰქონდა ონკანი, ხოლო ზემო ბოლოზე — მინის ძაბრი. ძაბრში ჩაშვებული იყო სარეველა, რომელიც მოძრაობაში მოდიოდა მცირე სიმძლავრის მოტორით. ძაბრში ვასხამდით სეფადექსის სუსპენზიას. იქიდან იგი ჩადიოდა მილში და ილექებოდა მის ჭვედა ნაწილში ჩაფენილი მინის ბამბისა და უხეშად დაჭჭვული კვარცის ფენაზე, ხოლო თხიერი ნაწილი გამოდიოდა მილიდან ონკანის საშუალებით. დალექვა ხდებოდა ამ დრომდე, ვიდრე სეფადექსის სვეტის სიმაღლე არ მაღწევდა 55—60 სმ. ამის შემდეგ სეფადექსის სვეტის ზედაპირზე შეგვქონდა ეელატინის 8% ხსნარი 10—15 მლ რაოდენობით. მის ელუციას ვაწარმოებდით სუფრის მარილის იზოტონური ხსნარით ან ტრისის ბუფერით. ფრაქციებს ვაგროვებდით სინჯარებში 10—10 მლ რაოდენობით. მათში ცილის არსებობას ვამოწმებდით ბიურეტის რეაქციით და აგრეთვე სპექტროფოტომეტრით.

ჩატარებულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ საშუალო მარცვლოვან სეფადექსებში (G-25, G-50, G-75, G-100) ეელატინის ხსნარის ფრაქციონირება არ ხდება: ამ სახის სეფადექსებში გატარებული მასალა გამოდის მხოლოდ ერთ ფრაქციად.

ელვატინის ხსნარის გაყოფა მოხდა, მაგრამ არასრულყოფილად უხეშმარცვლოვან სეფადექს G-50-ში. ამ შემთხვევაში პირველი ფრაქციის გამოსვლის დამთავრებამდე გამოსვლას იწყებდა მე-2 ფრაქციაც.

სასურველი შედეგი მიღებულია მხოლოდ უხეშმარცვლოვან სეფადექს G-75 გამოყენებისას. სახელდობრ, ამ მარკის სეფადექსში გატარებისას ელვატინის ხსნარი იყოფა ორ ძირითად ფრაქციად. ორივე ფრაქცია ცილური ბუნებისაა. ამასთან, პირველი ფრაქციის შთანქმის სპექტრი იმყოფება 290—300m μ , ხოლო მე-2 ფრაქციის—270—280m μ ფარგლებში. რაც უეხებება მათ მოლეკულურ წონას, სეფადექს G-75 თვისებებიდან გამომდინარე უნდა დავუშვათ, რომ პირველი ფრაქციისა 50.000-ზე მეტია, ხოლო მეორესი — მასზე ნაკლები.

აღსანიშნავია, რომ ელვატინის ხსნარის ფრაქციონირება ჩვენ ვაწარმოეთ აგრეთვე იონცვლად სეფადექს ДЭА А-50 საშუალებითაც, მაგრამ ამ შემთხვევაში სეფადექსის სვეტიდან ელვატინის ხსნარის მეორე ფრაქციის ჩამორეცხვა შესაძლებელი გახდა მხოლოდ ტრისის ბუფერით.

ამგვარად, ჩატარებულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ ნაწილობრივ ჰიდროლიზირებული ელვატინის ხსნარის ფრაქციონირებისათვის ვარგისია მხოლოდ G-75 მარკის უხეშმარცვლოვანი სეფადექსი. ამასთან, ჩვენ დავრწმუნდით, რომ ამ წესით ჩატარებული ფრაქციონირება, მიღებული ფრაქციების სიმცირის გამო, ვერ დააკმაყოფილებს წარმოების მოთხოვნილებას.

აქედან გამომდინარე, ჩვენ გადავწყვიტეთ გამოვეყენებინა ელვატინის ხსნარის ფრაქციონირებისათვის ეთილის სპირტი. ამ შემთხვევაში ჩვენს მიზანს შეადგენდა მიგველო სასურველი მოლეკულური წონის მქონე ფრაქცია ნალექის სახით.

გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ ამ წესით ფრაქციონირების დროს ნალექია გამოყოფის ინტენსიობა დამოკიდებულია ელვატინის ხსნარის pH-ზე, დამატებული სპირტის რაოდენობაზე, ვარემოს ტემპერატურაზე, რომელშიც თავსდება მათი ნარევი, და სხვა ფაქტორებზე. კერძოდ, გამოირკვა, რომ ელვატინის ხსნარიდან ნალექის დიდი რაოდენობა გამოიყოფა მაშინ, როდესაც მისი pH 4,5-დან 5,0-მდეა; იმ შემთხვევაში, როდესაც pH 6,0-სა და 8,0 შორის მერყეობს, ნალექი მცირე რაოდენობით გამოიყოფა, ხოლო 2,0-დან 4,0-მდე pH-ის პირობებში ნალექის გამოყოფა სრულიად არ ხდება (ამ ცდებში pH-ის გარდა სხვა პირობები თანაბრად იყო დაცული: ელვატინის ხსნარისა და სპირტის მოცულობათა შეფარდება უდრიდა 2:1, მაცივრის ტემპერატურა—0°-ს, მაცივარში დგომის ხანგრძლივობა—24 საათს).

ელვატინის ხსნარზე დამატებული სპირტის რაოდენობის მნიშვნელობა გამოიხატა შემდეგში: რაც უფრო მეტს ვემატებდით სპირტს, მით უფრო მეტი იყო გამოყოფილი ნალექის რაოდენობა. მაგალითად, ელვატინის ხსნარისა და სპირტის მოცულობათა 10:4-ზე შეფარდებისას გამოყოფილი ნალექის რაოდენობა შეადგენდა საერთო მოცულობის 1/7-ს, 10:5-ზე შეფარდებისას—1/3-ს, ხოლო 10:6-ზე შეფარდებისას 2/3-ს (ამ ცდებში დამატებული სპირტის რაოდენობის გარდა სხვა პირობები თანაბარი იყო: ელვატინის ხსნარის pH-5, მაცივრის ტემპერატურა—0°, მაცივარში დგომის ხანგრძლივობა—24 საათი).

ანალოგიურ გავლენას ახდენდა ქელატინის ხსნარის ფრაქციონირებაზე ტემპერატურის რეჟიმიც: რაც უფრო დაბალი იყო ტემპერატურა, მით უფრო სწრაფად ხდებოდა ნალექის გამოყოფა. მაგალითად, 0° ტემპერატურის პირობებში ქელატინის ხსნარიდან ნალექის სრული გამოყოფისათვის საჭირო იყო 96 საათი. მაშინ როდესაც — 7—8°-ზე გამოლექვა მთავრდებოდა 24 საათში.

ჩვენ ყველაზე მიზანშეწონილად ვცანით ქელატინის ხსნარის 10 მოცულობაზე დაგვემატებინა 3,5 მოცულობა ეთილის სპირტი; ქელატინის ხსნარის pH ჯოფილიყო 6,5; მაცივრის ტემპერატურა 7°, მაცივარში ყოფნის ხანგრძლივობა — 24 საათი. ამ წესით მიღებული ნალექი შეადგენდა ქელატინის ხსნარის 18—20%-ს. მისი მოლეკულური წონა მერყეობდა 60—70.000 ფარგლებში (მოლეკულური წონის განსაზღვრა ხდებოდა კრიოსკოპული წესით. ანიონებისა და კათიონების მოცილების მიზნით ნალექს წინასწარ ვატარებდით იონმცვლელ პოლიმერებში). ქელატინისაგან მიღებული მაღალმოლეკულური ფრაქციისაგან ჩვენ ვამზადებდით სისხლშემცვლელ ხსნარს. ამისათვის მას ვაცილებდით სპირტს (აორთქლებით ან გადადენით) და ყოველ 100 მლ-ზე ვუმატებდით 0,85 მგ სუფრის მარილს. მომზადებული ხსნარი ოთახის ტემპერატურის პირობებში ინარჩუნებდა თხიერ მდგომარეობას და ამჟღავნებდა კარგ ჰემოდინამიკურ მოქმედებას. ეს უკანასკნელი ჩვენ მიერ შესწავლილია ექსპერიმენტში. კერძოდ, ძალღებზე ვაწარმოებდით 40 მლ/კგ სისხლის მწვავე გამოწვევას და მის ნაცვლად 10—15 წუთის შემდეგ იმავე რაოდენობით ფრაქციონირებული ქელატინის ხსნარის გადასხმას. ჩატარებულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ ჩვენ მიერ მომზადებული სისხლშემცვლელი ხსნარის გადასხმიდან 5—10 წუთის შემდეგ არტერიული სისხლის წნევა სავსებით უბრუნდება სისხლის გამოწვევამდე არსებულ დონეს, ხოლო 2—3 საათის შემდეგ შეადგენს მის 80—82%-ს.

აღსანიშნავია, რომ საკონტროლო ცდებში, სადაც ნაწარმოებია ჰიდროლიზირებული ქელატინის ხსნარის და აგრეთვე პოლიგლუტინის გადასხმა, ჰემოდინამიკური ეფექტი უფრო სუსტად იყო გამოხატული.

ამრიგად, ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ჩვენ მიერ საკვები ქელატინის ნაწილობრივი ჰიდროლიზისა და შემდგომი ფრაქციონირების გზით მომზადებულ სისხლშემცვლელ ხსნარს აქვს კარგი ჰემოდინამიკური მოქმედება.

საქართველოს გ. მუხაძის სახელობის
ბიოქიმიკისა და სისხლის გადასხმის
ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 5.8.1965)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

К. Д. ЭРИСТАВИ (академик АН ГССР), Т. В. ТКЕШЕЛАШВИЛИ,
А. И. АБЕСАДЗЕ

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ЖЕЛАТИНЫ
ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КРОВЕЗАМЕНИТЕЛЯ

Резюме

Желатина, как материал для приготовления кровезаменителя, давно привлекает внимание исследователей. Путем частичного гидролиза желатины приготовлены разные препараты: «оксиполижелатина» — в Германии, «плазможель» — во Франции, «желатиноль» — в СССР и др. Отмеченные препараты быстро восстанавливают пониженное артериальное давление крови в результате массивного кровопускания, но эффект длится недолго: низкомолекулярные фракции желатины быстро покидают кровеносное русло, вследствие чего уменьшается объем циркулирующей плазмы и повторно понижается артериальное давление крови.

В настоящей работе нами проведены частичный гидролиз и дальнейшее фракционирование желатины с целью приготовления кровезаменителя. Фракционирование произведено сефадексами разной марки, а также применением этилового спирта. Приготовленный нами кровезаменитель при комнатной температуре не гелифицируется, его молекулярный вес 60—70000.

Переливание данного раствора в условиях экспериментальной острой кровопотери дало быстрый и стабильный гемодинамический эффект.

დასმონიანი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. С. Е. Коор. The use of a specially prepared gelatin solution as a plasma substitute. Surg., Gyn., Obst., vol. 80, № 5, 1945, 389 — 392.
2. В. Laurenze, M. Felmus. Gelatin solution as a plasma substitute in the treatment of shock from acute blood loss. Amer. J. Surg., vol. 78, № 3, 1949, 374 — 378.
3. W. Richards, Dickinson. Physiological behavior and therapeutic use of plasma volume expanders. Trans. and Studies Coll. Physicians Philadelphia, 22, № 1, 1954, 10 — 24.
4. R. Vandermeer. Observation over a five-year period of a patient with nephritis treated with seventy-nine infusions of 10 per cent gelatin solution. J. Pediatrics, vol. 42, № 3, 1953, 339 — 344.
5. A. Brunschwig, S. Nichols. The retention of intravenously infused gelatin. Surgery, vol. 16, № 6, 1944, 923 — 926.
6. F. S. Robscheit-Robbins, L. L. Miller, G. H. Whipple. Gelatin-its usefulness and toxicity. Blood protein production impaired by continued gelatin by vein. J. Exper. Med., vol. 80, № 2, 1944, 145 — 164.
7. S. L. Kalra, G. Singh, M. Ram. Modified gelatin as a plasma expanders. Indian J. Med. Res., vol. 42, № 2, 1958, 179 — 183.

8. А. И. Елизарова. Костномозговое кроветворение при введении плазмозамещающих растворов. Труды Ленинградского и.-и. ин-та перелив. крови, вып. № 2, 1961, 429 — 435.
9. И. П. Бондурянский, Э. Н. Шляхов. Опыт применения желатини для профилактики инфекционного гепатита. Здоровоохранение (Кишинев), № 6, 1962, 60 — 61.
10. J. J. Hogan. The intravenous use of colloidal (gelatin) solutions in shock. JAMA, vol. 64, № 9, 1915, 721 — 726.
11. Л. Г. Богомоллова, Т. В. Знаменская. Плазмозамещающий раствор желатиноль, его свойства и применение в клинике. Материалы расширенной респ. конфер., Ереван, 1964, 74 — 75.
12. J. Julliard, P. H. Bonnel, J. Lassner et M. Hascher. Clinical Study of a Modified Fluid Gelatin. Proc. VI Gong. Int. soc. Blood Transf., 1958, 282—287.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

В. О. ИОСАВА

ПОЛИСАХАРИДЫ В ТКАНИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
ОПУХОЛЕЙ СЛЮННЫХ ЖЕЛЕЗ

(Представлено академиком К. Д. Эристави 6.7.1965)

В предыдущих работах [1—3] нами были описаны индуцированные опухоли слюнных желез, полученные путем введения в ткань железы 9,10-диметил-1,2-бензантрацена.

В слюнных железах опухоли возникают как из специализированных, так и из соединительнотканых элементов железы. Нередко наблюдается возникновение так называемых мультиформных опухолей, в которых различные участки имеют различное морфологическое строение, например аденомы, эпителиомы типа смешанных опухолей слюнных желез человека, аденокарцином, плоскоклеточных раков. В отдельных препаратах в одно и то же время можно проследить всю гамму морфологических изменений, начиная от дегенеративных, пролиферативных и метапластических и кончая доброкачественными смешанными опухолями. Иногда отмечаются смешанные злокачественные опухоли, состоящие из участков раковой и саркоматозной ткани.

С целью уточнения вопроса о гистогенезе экспериментальных смешанных (доброкачественных) опухолей слюнных желез мы провели гистохимический анализ тканевых полисахаридных комплексов в этих опухолях и для сравнения изучили полисахариды злокачественных индуцированных опухолей слюнных желез.

Материал и методика

Материал для исследования брали у животных, наркотизированных внутривенным введением гексонала. Свежеиссеченный материал фиксировался в жидкости Лизона или Карнуа. Парафиновые срезы окрашивались комбинированным методом альциановый синий — ШИК, альциановым синим [4], ШИК по Шабадашу, толуидиновым синим (0,02% раствор) при различных значениях pH. Исследовали степень подавления базофилии кислых мукополисахаридов кислотным метилированием [5], а также влияние омыления [6] на результаты метилирования. Срезы подвергались также сульфатированию [7]. Обзорные препараты окрашивались гематоксилин-эозином и по Ван-Гизону.

Результаты опытов и обсуждение

Индукцированные смешанные (доброкачественные) опухоли слюнной железы легко распознаются по большому содержанию межкле-

точного вещества, построенного из кислых и нейтральных мукополисахаридов. С чисто морфологической точки зрения в этих опухолях наблюдается разрастание клеток, характеризующихся круглыми или овальными продолговатыми ядрами с довольно широкой протоплазматической каймой. Клетки эти берут начало в эпителиальных клетках протоков и, возможно, в миоэпителиальных клетках железы. Эти довольно обширные участки пролиферации носят аденоматозный характер, образуя опухолевые ацинусы и в некоторых случаях ложные протоки. Опухолевые ацинусы бывают хорошо ограничены базальной мембраной. Второй, типичный для этой опухоли, морфологический элемент—это межучточное вещество, имеющее беспорядочное рыхло-волоконистое строение, местами образующее хрящеподобные гомогенные участки. Третьим морфологическим элементом являются полиморфные, чаще звездчатые клетки, разбросанные внутри участков межклеточного вещества одиночками и группами в несколько клеток.

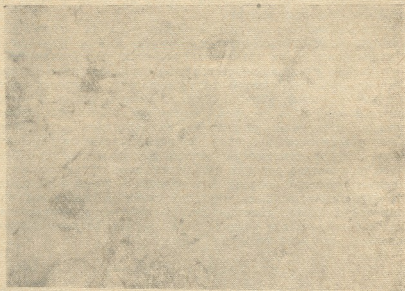


Рис. 1. Смешанная опухоль слюнной железы крысы. Окраска комбинированным методом альциановый синий—ШИК. В альцианположительном межклеточном веществе разбросаны единичные звездчатые клетки с ШИК-положительными зернами в цитоплазме ($\times 280$)

Во всех указанных структурах удается выявить вещества полисахаридной природы. Так, базальные мембраны, окружающие ацинусы, дают резко. ШИК-положительную реакцию, а также выявляются толуидиновым синим при pH 1,5 после сульфирования. В самих опухолевых клетках этих ацинусов нередко удается обнаружить также ШИК-положительные капли, которые тоже выявляются при pH 1,5 толуидиновым синим после сульфирования. Последний факт говорит о том, что эти ШИК-положительные капли являются на гликогеном, а мукополисахара-

ридом. В участках, представленных сильно развитым межклеточным веществом, волокна и бесструктурная масса являются резко базофильными и одинаково хорошо выявляются алыциановым синим и толудиновым синим при рН 1,5.

Гомогенные хрящеподобные участки окрашиваются после ШИК-процедуры, а также толудиновым синим при рН 1,5; алыциановый синий же окрашивает эти участки весьма слабо.

Гистохимические реакции указывают, что в этих участках локализируются кислые полисахариды различной природы. Так, кислый полисахарид в области хрящеподобных участков характеризуется свойствами хондроитинсерной кислоты гиалинового хряща, тогда как полисахарид рыхло-волокнистых участков по своим свойствам больше напоминает вещества с превалированием COOH-групп (сиаломуцины [8]).

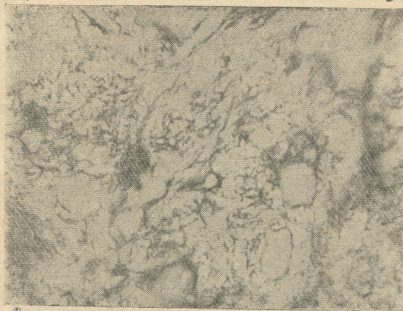


Рис. 2. Смешанная опухоль слюнной железы крысы. Окраска—алыциановый синий—ШИК. Аденоматозные структуры, окруженные сильно разросшимся рыхло-волокнистым межклеточным веществом. Умеренная ШИК—реакция в аденоматозных участках. Резкая алыцианофилия межклеточного вещества ($\times 280$)

Например, сульфирование усиливает метакромазию обеих этих участков, а мягкое метилирование в течение 4 часов полностью подавляет их базофилию. Однако последующее омыление восстанавливает только базофилию (рН 3,6) разрастаний рыхло-волокнистого межклеточного вещества, а базофилия хрящеподобных участков не восстанавливается.

Что касается звездчатых клеток, разбросанных в рыхло-волокнистом межклеточном веществе, то их цитоплазма обычно бывает наполнена резко ШИК-положительным веществом (рис. 1). В разрастаниях рыхло-

волокнистого вещества встречаются также отдельные маленькие группы клеток, напоминающие клетки опухолевых эпителиальных разрастаний.

Карциномы. При окраске комбинированным методом альциановый синий—ШИК в части паренхиматозных клеток опухоли отмечается присутствие слабо ШИК-положительных зерен. В большинстве опухолевых клеток ШИК-положительное вещество не обнаруживается.

ШИК-реакцией лучше всего выявляются тончайшие волокна в строме опухоли.

Кислые мукополисахариды в этих опухолях обычно не обнаруживаются.

В некоторых местах межклеточное вещество стромы дает реакцию на мукополисахариды при окраске как альциановым синим, так и голубиновым синим (рН 4,6). Однако такие участки встречаются довольно редко.



Рис. 3. Смешанная опухоль слюнной железы крысы. Окраска—альциановый синий—ШИК. Хрящеподобная ткань ($\times 280$)

Саркомы. Судя по результатам комбинированного метода альциановый синий—ШИК, а также голуидинового синего, содержание тканевых полисахаридов в строме сарком крайне низкое. В опухолевых же клетках они не обнаруживаются вовсе.

Таким образом, в индуцированных смешанных доброкачественных опухолях слюнных желез имеет место интенсивное образование веществ полисахаридной природы, тогда как злокачественно перерожденные клетки железы не продуцируют их, а железистые элементы нормаль-

ных слюнных желез характеризуются способностью выделять секрет, богатый полисахаридами [9].

В смешанных опухолях происхождение нейтрального полисахарида удается связать в большей или меньшей степени с функционированием опухолевых клеточек. Как отмечалось выше, в их цитоплазме нередко удавалось обнаружить ШИК-положительные включения (рис. 2).

Происхождение кислых полисахаридных участков трудно связать непосредственно с жизнедеятельностью каких-либо определенных клеточных элементов. Однако, как правило, в участках, дающих реакцию на кислые мукополисахариды, встречаются группы эпителиальных клеточек, а также отдельные клеточные элементы, характеризующиеся в их цитоплазме наличием нейтрального полисахарида (рис. 3). Создается впечатление, что клетки опухолевой паренхимы секретируют нейтральный полисахарид, который в дальнейшем, уже вне клеток, превращается в вещество, обладающее свойствами кислого мукополисахарида.

Кислые полисахариды ткани смешанных опухолей слюнных желез, судя по их окрашиваемости толуидиновым синим при низких значениях рН (рН 1,5), а также реакцией метилирования—омыления, характеризуются наличием сильно диссоциированных кислотных радикалов.

З а к л ю ч е н и е

Гистохимическое изучение мукополисахаридов индуцированных опухолей слюнных желез показывает, что в смешанных (доброкачественных) опухолях слюнных желез имеет место интенсивное образование веществ полисахаридной природы как кислотного, так и нейтрального характера. Клетки опухолевой паренхимы секретируют нейтральный полисахарид, который в дальнейшем, возможно, превращается в вещество, обладающее свойствами кислого полисахарида.

В опухолевой паренхиме карцином слюнных желез вещества полисахаридной природы почти не продуцируются. В строме некоторых карцином встречаются участки с незначительным содержанием нейтральных и кислых мукополисахаридов.

Индукцированные саркомы слюнных желез характеризуются крайне низким содержанием мукополисахаридов в скудно развитой строме этих опухолей, причем кислые мукополисахариды полностью отсутствуют.

Институт экспериментальной и клинической
онкологии
Тбилиси

(Поступило в редакцию 6.7.1965)

მეცნიერებათა აკადემია

ბ. იოსავა

კოლნისკარისული კომპლექსები სანაწარმო ჯირკვლები
მეცნიერებათა სისტემების სტრუქტურა

რ ე ზ ი უ მ ე

ვირთავის სანაწარმო ჯირკვლების ექსპერიმენტული სისტემების ქსოვილთა პოლისაქარისული კომპლექსების ჰისტოქიმიურმა ანალიზმა გამოავ-

ლინა, რომ შერეულ (კეთილთვისებიან) სიმსივნეებში ადგილი აქვს როგორც ნეიტრალური, ისე შეავე ხასიათის მქონე პოლისაქარიდული ნივთიერებების ინტენსიურად წარმოქმნას. სიმსივნური პარენქიმის უჯრედები გამოიმუშავენ ნეიტრალურ პოლისაქარიდს, რაც შემდგომ, შესაძლებელია, გარდაიქმნება შეავე თვისებების მქონე პოლისაქარიდულ ნივთიერებად.

კარცინომების სიმსივნურ პარენქიმაში პოლისაქარიდული ბუნების მქონე ნივთიერებები თითქმის არ გამოიყოფა. ზოგერთი კარცინომის სტრომაში გვხვდება ნეიტრალური და შეავე პოლისაქარიდების უმნიშვნელო რაოდენობით შემცველი უბნები.

სანერწყვე ჯირკვლების ინდუცირებული სარკომები გამოირჩევიან მუკოპოლისაქარიდების უკიდურესად დაბალი რაოდენობით სუსტად განვითარებულ სტრომაში; შეავე მუკოპოლისაქარიდები კი სრულებით არ ვლინდება.

■ სამედიცინო ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. О. Иосава. Индуцированные опухоли слюнных желез у крыс. Труды Ин-та онкологии Минздрава ГССР, т. 3, 1963, 85—94.
2. В. О. Иосава. К вопросу классификации экспериментальных опухолей слюнных желез. Труды Ин-та онкологии Минздрава ГССР, т. 3, 1963, 95—105.
3. В. О. Иосава. Морфологические изменения в слюнных железах крыс в процессе экспериментального канцерогенеза. Сообщения АН ГССР, XXXVI:1, 1964, 209—216.
4. R. W. Mowry. Alcian blue technics for the histochemical study of acidic carbohydrates. *J. Histochem. and Cytochem.*, 4, 1956, № 5, 407.
5. R. E. Fisher, K. D. Lillie. The effect of methylation on basophilia. *J. Histochem. and Cytochem.*, 2, 1954, 81—87.
6. S. S. Spicer, R. D. Lillie. Saponification as a means of selectively reversing the methylation blockade of tissue basophilia. *J. Hystochem. and Cytochem.*, 7, № 2, 1959, 123—125.
7. R. D. Moor, M. D. Schoenberg. Low temperature sulfation of tissues and the demonstration of metachromasy. *Stain technol.*, 32, 1957, 245.
8. S. S. Spicer, L. Warren. The histochemistry of Sialic acid containing mucoproteins. *J. Hystochem. and Cytochem.*, 8, № 2, 1960, 135—137.
9. М. Д. Гедевანიшвили, В. О. Иосава. Гистохимия полисахаридных комплексов слюнных желез крысы и подчелюстной слюнной железы человека. Сообщения АН ГССР, XXIV, 2, 1964, 485—491.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

П. А. КУРАШВИЛИ

ЗНАЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ БЕЛКОВО-ЛИПОИДНОГО ОБМЕНА
ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ РАХИТЕ

(Представлено академиком В. С. Асатиани 12.9.1965)

Как известно, рахит является заболеванием растущего организма, сопровождающимся нарушением обменных процессов.

Ни в одном заболевании вопросы этиологии и патогенеза не стоят в такой тесной связи, как при рахите. Причина этого — сложность понятия об этиологических факторах рахита, обусловленная тем, что в него входят самые разнообразные слагаемые [1].

В многочисленных работах по вопросам лечения и профилактики рахита не уделяется достаточного внимания значению содержания белков в пище. Однако имеются указания, что характер питания, состав пищевого рациона, в частности содержание в нем белка, имеют большое значение для профилактики и лечения рахита [2].

О значении белка для предупреждения рахита указывается также в работе Легока [3], который получал экспериментальный рахит первой, второй и третьей степени при добавлении к пище 30% лактозы. Автор сравнивает этот эксперимент с развитием рахита у детей при вскармливании снятым коровьим молоком (без сливок).

Этому вопросу посвящена также экспериментальная работа [4], в которой показано, что у 4-недельных крыс, получавших корм, содержащий только 4,2% белка, отмечается изменение в костях, выраженное в хрупкости, повышенном содержании воды и пониженном — сухого остатка и золы. В костях крыс, получавших в пище 17,7% белка, таких изменений не обнаружено.

Белковая субстанция играет большую роль в формировании костной системы. По данным Дальтура [5], в биохимическом механизме окостенения главная роль принадлежит белковой основе, на которой фиксированы минеральные соли.

При воздействии ферментов происходит расщепление костных белков на молекулы, способные фиксировать осаждающийся трикальциевый фосфат. Образующийся при этом протениново-фосфорнокисло-кальциевый комплекс, в свою очередь, обладает способностью адсорбировать карбонаты кальция и магния и цитрат натрия. Все эти соли правильно организуются вокруг кровеносных сосудов и образуют костную ткань.

Вопросам синтеза белка в растущем хряще посвящена работа [6], в которой доказано, что синтез белков в растущем хряще в условиях нормы ограничен зоной клеток, расположенных колонками. В хряще

сочленений синтез происходит преимущественно в слое клеток, расположенном под гипотрофированными клетками. В гипертрофированных клетках наблюдается лишь незначительный синтез. У крыс с рахитом интенсивность синтеза белков в обоих видах хрящей значительно уменьшается.

Таким образом, значение белка для предупреждения рахита несомненно. Однако многие стороны этого вопроса недостаточно изучены и требуют дальнейшего уточнения.

Как известно, значение в патогенезе рахита изменения фосфорно-кальциевого обмена, регулируемого витамином D, можно считать одним из ведущих факторов в этиологии рахита. Исследованием [4] доказано, что состояние экспериментального рахита и D-гипервитаминоза характеризуется не только количественными изменениями минерального обмена, но и рядом взаимосвязанных закономерных изменений состава и свойств белково-минерально-стероидных комплексов.

Несмотря на это, многие вопросы состояния белкового и липоидного обмена при рахите и роли получаемого извне белка на эти обмены мало изучены. Но известно, что потребность в белках и ее удовлетворение особенно возрастает у растущего организма, у беременных и кормящих женщин. Это обстоятельство обусловлено тем фактором, что на разных стадиях развития растущего организма потребность в белках как в количественном, так и в качественном отношении меняется, что зависит от состава аминокислот в белковой молекуле. Хотя все необходимые аминокислоты могут быть синтезированы в организме, выработка их идет настолько медленно, что не может покрыть всех потребностей растущего организма. Поэтому часть необходимых аминокислот доставляется пищей.

Известен ряд аминокислот, считающихся существенными для роста, наличие которых в организме обеспечивается как эндогенным синтезом, так и получаемой пищей. Отсутствие в диете (или удаление из диеты) одной из существенных аминокислот ускоряет распад белка и, следовательно, способствует нарушению белкового обмена организма.

Суэндселл и др. [7] недавно показали, что недостаточность белка в пище меняет отношение существенных аминокислот к несущественным в плазме в пользу последних.

Поэтому в последнее время при обсуждении вопроса механизма рахитогенного действия неправильного питания значительное внимание уделяется белковой недостаточности и неполноценности применяемой пищи [8].

Таким образом, несмотря на то что изучению рахита посвящен целый ряд отечественных и зарубежных работ, многие вопросы этиологии, патогенеза и частоты распространения рахита требуют глубокого изучения для выявления нарушений обменных процессов при этом состоянии и установления роли питания в заболеваемости рахитом.

Мы задались целью изучить обменные процессы при рахите у детей и в эксперименте. Настоящая работа посвящена изучению белково-липидного обмена при экспериментальном рахите.

Работа проведена на белых крысах. Экспериментальный рахит получали следующим образом: крыс (обоих полов) с одномесячного возраста переводили на рахитогенную диету. Из пшеничной муки (72%) — 90%, сухих пивных дрожжей — 5%, углекислого кальция — 3% и пищевой

соли—2% приготавливали тесто, выпекали хлеб и давали его крысам вволю. Животные на рахитогенной диете находились в течение 15 дней.

Рахит диагностировался рентгенографически.

Изученный нами материал делится на следующие группы: первая, контрольная группа — 21 крыса; вторая группа — 22 крысы, которые находились на рахитогенной диете, но рахит по рентгенологическим данным у них не был обнаружен; третья группа — 49 крыс с «начальной» формой рахита; четвертая группа — 44 крысы с первой степенью рахита; пятая группа — 16 крыс со второй степенью рахита и шестая группа — 9 крыс с третьей степенью рахита.

Изучены следующие компоненты белково-липидного обмена: общий белок и его фракции, фракции липопротеидов, гексозы и холестерин сыворотки крови.

Материал обработан методом вариационной статистики.

Средние показатели компонентов белково-липидного обмена контрольной группы приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	Мин. — макс.	$M \pm m$	$\sigma \pm$
Общий белок в г/100 мл	5,47—9,35	$7,38 \pm 0,200$ г/100 мл	0,920
Альбумины в %	44,64—57,41	$51,52 \pm 0,770$	2,170
α -Глобулины "	17,41—28,16	$23,45 \pm 1,269$	3,579
β -Глобулины "	13,53—17,71	$15,28 \pm 0,630$	1,776
γ -Глобулины "	6,39—13,28	$9,72 \pm 0,835$	2,355
α -Липопротеиды "	34,21—63,73	$49,68 \pm 3,658$	11,566
β -Липопротеиды "	36,27—65,79	$50,32 \pm 3,680$	11,636
Гексозы в мг/100 мл	0,090—0,241	$0,172 \pm 0,090$	0,0369
Холестерин " "	40,02—78,03	$54,77 \pm 4,966$	14,899

Как было сказано, вторую группу эксперимента составили крысы, которые находились на рахитогенной диете, но рахит рентгенологически не обнаруживался. Показатели белково-липидного обмена этой группы дают картину, представленную в табл. 2.

Таблица 2

Показатели	Мин. — макс.	$M \pm m$	$\sigma \pm$
Общий белок в г/100 мл	6,98—8,28	$7,56 \pm 0,079$ г/100 мл	0,372
Альбумины в %	26,09—65,26	$47,11 \pm 2,109$	6,994
α -Глобулины "	11,57—35,33	$24,37 \pm 2,527$	8,382
β -Глобулины "	8,86—29,71	$13,85 \pm 1,705$	5,656
γ -Глобулины "	11,55—18,01	$14,31 \pm 0,635$	2,107
α -Липопротеиды "	36,37—56,67	$49,80 \pm 1,622$	6,489
β -Липопротеиды "	43,33—63,63	$52,01 \pm 1,983$	7,933
Гексозы в мг/100 мл	0,179—0,365	$0,256 \pm 0,145$	0,581
Холестерин " "	46,69—90,04	$67,60 \pm 3,171$	12,685

Сравнивая данные этой группы («норма» по рентгенологическим данным) с контролем, можно отметить следующее: количество общего белка не меняется ($M: 7,38-7,56$); фракция альбуминов снижается значительно ($M: 51,52-47,11$; $t = 1,9687$; $p < 0,1 > 0,05$); количество α и β -глобулинов не меняется, что касается γ -фракции белка, то количество ее значительно повышается ($M: 9,72-14,31$; $t = 4,3810$; $p < 0,01$); α и β -фракции липопротеидов изменений не испытывают, но содержание холестерина значительно повышается ($M: 54,77-67,60$; $t = 2,1798$; $p < 0,05 > 0,02$); отмечается также резкое нарастание показателей гексоз ($M: 0,172-0,256$; $t = 4,9411$; $p < 0,01$). Таким образом, несмотря на то что в этой группе рентгенологических изменений в костях не обнаружено, наблюдается значительный сдвиг в белково-липидном обмене, выраженный в нарастании γ -глобулинов, гексоз и холестерина сыворотки крови и в понижении альбуминовой фракции белка.

Этот факт, по нашему мнению, дает нам право судить о первичности нарушения обмена веществ (в данном случае белкового) при рахите. Следовательно, создается впечатление о роли белка в так называемой предррахитической настройке организма.

Третью группу составляли 49 крыс с наличием «начальной формы» рахита. Средние показатели белково-липидного обмена этой группы приведены в табл. 3.

Таблица 3

Показатели	Мин. — макс.	$M \pm m$	$\sigma \pm s$
Общий белок в г/100 мл	6,12 — 9,35	$7,40 \pm 0,062$ г/100 мл	0,430
Альбумины в %	32,57 — 59,30	$47,51 \pm 0,342$	2,216
α -Глобулины	14,42 — 34,35	$24,29 \pm 0,746$	4,835
β -Глобулины	8,74 — 26,08	$14,45 \pm 0,593$	3,843
γ -Глобулины	6,86 — 21,79	$13,62 \pm 0,482$	3,127
α -Липопротеиды	27,19 — 80,96	$49,03 \pm 2,001$	12,172
β -Липопротеиды	19,04 — 72,81	$50,13 \pm 1,970$	11,741
Гексозы в мг/100 мл	0,145 — 0,400	$0,256 \pm 0,0109$	0,0663
Холестерин	40,02 — 100,05	$65,58 \pm 2,478$	15,473

По сравнению с контрольной, в этой группе отмечаются снижение альбуминов ($M: 51,52-47,51$; $t = 4,6092$; $p < 0,01$) и повышение γ -глобулинов ($M: 9,72-13,62$; $t = 4,0625$; $p < 0,01$); повышаются также гексозы ($M: 0,172-0,256$; $t = 6,000$; $p < 0,01$) и холестерин ($M: 54,77-65,58$; $t = 1,947$; $p < 0,1 > 0,05$). Таким образом, изменения белково-липидного обмена в этой группе носят тот же характер, что и в предыдущей.

Четвертая группа экспериментального рахита состояла из 44 крыс с наличием рахита первой степени. Средние показатели компонентов белково-липидного обмена даны в табл. 4.

Эта группа так же как и предыдущие, характеризуется понижением альбуминов ($M: 51,52 - 48,82; t = 2,0611; p < 0,05 > 0,02$) и повышением γ -глобулинов ($M: 9,72 - 13,90; t = 4,2653; p < 0,01$), гексоз ($M: 0,172 - 0,240; t = 4,1357; p < 0,01$) и холестерина ($M: 54,77 - 66,42; t = 2,1784; p < 0,05 > 0,02$).

Таблица 4

Показатели	Мин.—макс.	$M \pm m$	$\sigma \pm$
Общий белок в г/100 мл	5,80—8,28	$7,32 \pm 0,092$ г/100 мл	0,610
Альбумины в %	25,24—64,80	$48,82 \pm 1,154$	7,583
α -Глобулины "	11,87—33,92	$22,95 \pm 0,917$	6,026
β -Глобулины "	5,69—26,21	$13,73 \pm 0,658$	4,054
γ -Глобулины "	5,60—26,46	$13,90 \pm 0,514$	4,378
α -Липопроотеиды "	28,00—68,43	$47,70 \pm 1,050$	5,672
β -Липопроотеиды "	31,57—72,00	$52,71 - 2,010$	10,825
Гексозы в мг/100 мл	0,138—0,455	$0,240 \pm 0,0109$	0,0681
Холестерин " "	40,02—95,58	$66,42 \pm 1,990$	12,103

Пятую группу составляли 16 крыс с наличием рахита второй степени. Средние показатели исследуемых компонентов этой группы приведены в табл. 5, показывающей, что вторая степень экспериментального рахита характеризуется особенно резким понижением альбуминов ($M: 51,52 - 43,85; t = 4,1664; p < 0,01$) и значительным повышением γ -глобулинов ($M: 9,72 - 13,87; t = 5,5454; p < 0,01$). Отмечается также значительное повышение показателя гексоз ($M: 0,172 - 0,247; t = 3,4091; p < 0,01$) и холестерина ($M: 54,77 - 65,82; t = 1,7346; p < 0,1 > 0,05$).

Таблица 5

Показатели	Мин.—макс.	$M \pm m$	$\sigma \pm$
Общий белок в г/100 мл	6,12—8,28	$7,46 \pm 0,095$ г/100 мл	0,378
Альбумины в %	27,42—54,72	$43,85 \pm 1,686$	6,509
α -Глобулины "	21,04—34,35	$25,48 \pm 1,445$	5,408
β -Глобулины "	6,80—25,31	$14,13 \pm 1,196$	4,473
γ -Глобулины "	10,94—21,59	$15,87 \pm 0,737$	2,742
α -Липопроотеиды "	32,36—62,97	$47,69 \pm 3,102$	9,809
β -Липопроотеиды "	37,03—67,64	$53,39 \pm 3,705$	11,115
Гексозы в мг/100 мл	0,175—0,375	$0,247 \pm 0,0198$	0,0768
Холестерин " "	46,69—86,71	$65,82 \pm 3,734$	12,933

Изучению белковой характеристики при рахите посвящен ряд работ [9, 10]. М. С. Юзева, [11] изучая белки крови при рахите у детей, пришла к заключению, что у всех детей с рахитом отмечается диспротеинемия той или иной степени. Особенные изменения, по данным автора, отмечаются в альбуминовой фракции белка, количество которого уменьшается с возрастанием рахитического процесса.

Наши данные совпадают с данными этого автора, так как особенно резкое снижение альбуминовой фракции нами наблюдалось при второй степени рахита.

По данным некоторых авторов [12, 13], у детей раннего возраста при нарушении питания отмечаются заметное снижение альбуминовой фракции и выраженная тенденция к повышению γ -глобулиновой фракции белка.

Если принять во внимание условия рахитического питания (рахитогенная диета), то наши данные вполне совпадают с данными предыдущих авторов в отношении повышения γ -фракции белка в наших экспериментах. Наши данные совпадают и с данными Ж. Желеева и Е. Вичева [14] о повышении содержания холестерина в крови при экспериментальном рахите.

Шестая группа эксперимента (третья степень рахита), которая включает 9 крыс, характеризуется следующей картиной (см. табл. 6).

Таблица 6

Показатели	Мин.—макс.	$M \pm m$	$\sigma \pm$
Общий белок в г/100 мл	6,55—7,63	$7,29 \pm 0,151$ г/100 мл	0,454
Альбумины в %	43,44—51,58	$48,33 \pm 1,048$	2,774
α -Глобулины	18,48—26,40	$22,93 \pm 0,862$	2,281
β -Глобулины	11,76—17,66	$14,92 \pm 0,833$	2,203
γ -Глобулины	10,00—16,01	$13,09 \pm 0,870$	2,301
α -Липопротейды	35,72—66,67	$51,04 \pm 5,414$	12,117
β -Липопротейды	33,33—64,28	$49,55 \pm 5,529$	12,364
Гексозы в мг/100 мл	0,207—0,460	$0,281 \pm 0,0345$	0,0913
Холестерин	46,69—73,37	$58,92 \pm 4,905$	12,015

В этой группе, так же как и в предыдущих, отмечается изменение, выраженное в понижении альбуминов и повышении γ -глобулинов, холестерина и особенно резко показателя гексоз. Однако, сравнивая данные этой группы с данными пятой (вторая степень рахита), можно отметить незначительную тенденцию к нормализации нарушенных компонентов, кроме гексоз. Этот показатель достигает максимальных цифр из всех подобных исследований (М:К—0,172; «N»—0,256; начальная — 0,256; первая степень — 0,240; вторая степень — 0,247; третья степень рахита — 0,281.)

Это обстоятельство, по нашему мнению, можно объяснить повышением разрушительных процессов мукополисахаридной субстанции соединительной ткани, компонентом которой являются гексозы.

Таким образом, создается впечатление, что в глубокой стадии рахита изменения обмена веществ сосредоточиваются главным образом в соединительной ткани костной системы.

Интересно также отметить, что наблюдавшиеся нами изменения содержания холестерина в сыворотке крови не совпадают с соответствующими изменениями соотношения α и β -липопротендов, которое, по литературным данным, должно при этом повышаться. Можно предположить, что при рахите происходит некоторое перераспределение холестерина между тремя фракциями.

Отметим также, что снижение концентрации альбуминов в крови, в особенности, если оно резко выражено, отражается и на процессах обмена в других органах, в первую очередь, в печени, а это может оказать влияние на дальнейшее течение заболевания. Это зависит от того, что изменения концентрации альбуминов в сыворотке заметно влияют на та-

ловую в внеклеточной жидкости тканей. Снижение содержания альбуминов, которые являются главными белками, связывающими жирные кислоты в сыворотке крови, может нарушить их перенос и иметь следствием накопление этих кислот в печени. Наконец, уменьшение содержания альбуминов в сыворотке нарушает связывание кальция, что может отразиться на обмене воды и низкомолекулярных соединений [7].

Выводы

1. Состояние экспериментального рахита характеризуется нарушением белково-липидного обмена, которое выражено в понижении альбуминов и повышении γ -глобулиновой фракции белка, показателей гексоз и холестерина сыворотки крови.

2. Нарушение обмена углубляется с прогрессированием рахитического процесса.

3. Третья степень (глубокая стадия) рахита характеризуется заметным изменением содержания в крови мукополисахаридного компонента соединительной ткани—гексоз, что указывает на повышение разрушительных процессов этой субстанции.

4. При экспериментальном рахите рентгенологическим изменениям в костях предшествует нарушение обмена вещества в организме.

Институт педиатрии Минздрава ГССР
Тбилиси

(Поступило в редакцию 12.9.1965)

მასპარეზობს შიშვენი

3. შუბრშილი

ცილოვან-ლიპოიდური ცვლის ცვლილებების მნიშვნელობა მასპარეზობს რაქიტის დროს

რ ე ზ ი მ ე

ბოლო ხანებში ცნობილი გახდა, რომ რაქიტის პროცესის განვითარება პირობადებულია არა მარტო მინერალური ცვლის მოშლით, არამედ აგრეთვე უროთეროდაკავშირებული ცილოვან-მინერალურ-სტეროიდული რთული ჯაჭვის დარღვევით.

მიუხედავად ამისა, რაქიტის პათოგენეზის შესწავლისადმი მიძღვნილ მრავალრიცხოვან შრომებში ნაკლებადაა გაშუქებული ცილოვან-ლიპოიდური ცვლის მნიშვნელობა.

ეს შრომა ეხება ცილოვან-ლიპოიდური ცვლის მოშლის მნიშვნელობას ექსპერიმენტული რაქიტის დროს. შესწავლილი მასალა შეადგენს საკონტროლო ერთ ჯგუფს და ექსპერიმენტული რაქიტის 6 ჯგუფს.

მიღებული მონაცემებით დასტურდება, რომ რაქიტის დროს ძვლების მხრივ ცვლილებების განვითარებამდე ადგილი აქვს ნივთიერებათა ცვლის ამა-

თუ იმ სახის მოშლას. შემდგომში ეს ცვლილებები რაქიტული პროცესის გაძლიერებასთან ერთად თანდათან ღრმავდება და რაქიტის ბოლო სტადიაში თავს იყრის ძვლის შემავრთებელ ქსოვილში.

დაამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. Ф. Домбровская. Недостаточность витамина D. Рахит. В кн.: „Витаминная недостаточность у детей“, 1963, 105.
2. Е. А. Перкович. Влияние содержания белков в пище на течение экспериментального рахита и на результаты профилактики и лечения его витамином D. Патологическая физиология и экспериментальная терапия, 1, 4, 1957, 38 — 44.
3. R. Ledoq. Nouveaux sur letiologie du rachitisme. G. r. Acad. Sei., 222, 24, 1946, 1410 — 1411.
4. Л. Я. Арешкина, В. Н. Баукин, Н. Н. Ерофеева, Е. П. Скоробатова. Изменение белково-стериновых комплексов сыворотки крови при экспериментальном рахите и D-гипервитаминозе. Биохимия, т. 22, 1—2, 1957, 384 — 390.
5. G. H. Deltour. Le mecanisme biochimique de l'ossification. Rev. rhumat., 16, 7, 1949, 362 — 365.
6. P. Gasparini. Modalita della sintesi proteinicanella cartilagine di ratti a dieta rachitica, studiata mediante l'uso di aminoacidi marcati. Arch. sci. biol., 1962, 46, № 3, 255 — 262.
7. M. E. Swendseld et al. The Effect of low Protein Diet. Metabolism, 12.
8. М. И. Олевский, Н. В. Павловичева. Питание детей при рахите. В кн.: „Питание здорового и больного ребенка“, М., 1965.
9. I. Yontzea, S. Dumitrache, Temeliesco. Repercussion de l'insuffisance de proteines sur le developpement du squelette. Nutr. et dieta, 4, № 3, 1962, 169 — 184.
10. H. P. Himswoth. Protein metabolism in relation to disease. Proc. Roy. Soc. Med., 40, 1, 1946, 27 — 34.
11. М. С. Юзеева. Белки крови при рахите у детей. IV научная сессия Ин-та витаминологии, М., 1961, 113.
12. R. Elman and H. W. Davey. Studies of hypoalbuminemia produced by proteindeficient diets, III. The correction of hypoalbuminemia in dogs by means of large plasma transfusions. J. exper. med., 77, 1, 1943, 1 — 5.
13. B. L. Coles. Serum protein pattern in infants with nutritional disorders. Arch. Dis. Childr., 35, 1960, 181, 271 — 275.
14. Ж. Желев, Е. Вичев. Проучвания на холестерина у рахитично болни деца. Педиатрия, Белград, 1, № 3, 1962, 19 — 27.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Д. С. МАРКАРЯН, Р. Н. МАНДЖГАЛАДЗЕ, В. И. ВАШАКИДЗЕ

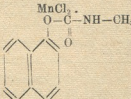
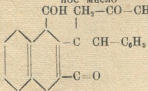
К ВОПРОСУ О МУТАГЕННЫХ СВОЙСТВАХ МАРГАНЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ И НЕКОТОРЫХ ПЕСТИЦИДОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 17.7.1965)

Мутагенные свойства промышленных ядов и химические средства защиты растений в настоящее время привлекают все большее внимание исследователей в связи с неизбежным хроническим или острым воздействием на человеческий организм. Их изучение может явиться основой для более полного понимания некоторых неясных сторон механизма действия ядов на организм на субклеточном и молекулярном уровнях.

Нами была предпринята попытка предварительного изучения цитогенетического эффекта соединений, приведенных в табл. 1, на ядра клеток костного мозга крыс.

Таблица 2

Название соединений	Химическая формула	ЛД ₅₀ мг/кг
Сернистый марганец	$MnSO_4$	120
Хлористый марганец	$MnCl_2$	150
Севин (нафтил-N-метилкарбонат)		600
Гранозан (техническая смесь этил-ртутихлорида 2,5%, талька 96-97% и минерального масла 0,6%)	C_2H_5HgCl + тальк + минеральное масло	200
Зоокумарин (техническая смесь зоокумарина 0,5% и крахмала 99,5%)		100
Табак		300

Интерес к изучению мутагенных свойств названных соединений связан с тем, что соединения марганца являются одними из важнейших современных промышленных ядов. Среди пестицидов немаловажную

роль играют гранозан и севин, а компонентам табака и в особенности табачной пыли приписывается определенная роль в патологии дыхательной и сердечно-сосудистой систем у рабочих табачных фабрик.

Мутагенный эффект хлористого марганца впервые был обнаружен Демерек [1] на *Escherichia coli*.

О мутагенном эффекте тяжелых металлов и, в частности, ртути было сообщено Глесс.

Материалы по мутагенному эффекту севина, зоокумарина и табака в доступной нам литературе не обнаружены.

Материал и методика

Исследование было проведено на белых беспородных крысах при однократном внутрибрюшинном введении изучаемых соединений. Животные забивались через 6 и 24 часа после воздействия. Бедренные косточки с костным мозгом фиксировались в жидкости Карнуа. Анализ цитогенетических нарушений производился анафазным методом на давленных препаратах, окрашенных ацетокармином.

Результаты

Результаты цитогенетического анализа клеток костного мозга крыс после однократного введения изучаемых соединений представлены в табл. 2.

Таблица 2
Частота цитогенетических нарушений в ядрах клеток костного мозга крыс

Наименование вещества	Количество животных	Доза в мг/кг	Экспозиция в часах	Количество клеток	Хромосомные aberrации		Слипания		Общее количество нарушений	
					абс.	%	абс.	%	абс.	%
Контроль	3	—	—	328	9	2,74±0,91	19	5,8±1,26	28	8,54±1,55
MnSO ₄	5	50	6	255	6	2,66±1,01	20	8,88±1,79	26	11,55±1,97
MnSO ₄	5	50	24	327	32	9,78±1,64	69	21,1±2,1	101	30,88±2,60
MnCl ₂	3	50	6	324	6	1,85±0,73	38	11,72±1,79	44	13,56±1,89
MnCl ₂	3	50	24	359	27	7,53±1,39	60	16,54±1,86	87	24,07±2,24
Гранозан	5	50	24	432	30	6,59±1,19	37	8,57±1,34	67	15,1±1,79
Гранозан	5	50	6	334	12	3,59±1,01	22	6,59±1,35	34	10,1±1,64
Табак	3	75	24	358	18	5,1±1,16	40	11,5±1,69	58	16,3±1,95
Севин	5	40	6	410	8	1,95±0,69	12	2,29±0,84	20	4,87±0,96
Севин	5	40	24	224	10	4,46±1,38	14	6,25±1,58	24	10,71±2,06
Зоокумарин	3	20	6	317	3	0,95±1,67	14	4,42±1,1	17	5,37±1,27
Зоокумарин	3	20	24	517	4	0,77±1,18	13	2,51±0,68	17	3,28±0,78

Анализ полученных данных показывает, что частота цитогенетических нарушений после воздействия серноокислым и хлористым марганцем, гранозаном и пылью табака достоверно увеличивалась, по сравнению с контролем, в материале, проанализированном через 24 часа после



воздействия. Причем названные соединения повышали частоту как хромосомных aberrаций (мосты и фрагменты), так и слипаний хромосом. Наблюдались только хроматидные мосты и преимущественно единичные фрагменты. Цитогенетические нарушения имели место в белом и в красных ростках, а также в мегакариоцитах.

Отсутствие цитогенетического эффекта через 6 часов после воздействия такими хорошо растворимыми и быстро всасывающимися соединениями, как $MnSO_4$ и $MnCl_2$, позволяет предположить, что эти соединения марганца обладают задержанным мутагенным эффектом. Следовательно, для проявления мутагенного эффекта соединений марганца необходимо прохождение клеткой фазы S клеточного цикла, во время которой происходит реализация эффекта в виде возникновения хромосомных aberrаций.

Компоненты гранозана и табачной пыли медленно всасываются в организм из брюшной полости, и нам неизвестно даже приблизительно время их поступления в костномозговую ткань. Поэтому суждение о характере мутагенного эффекта этих соединений будет дано после подробных исследований.

Особый интерес представляло изучение севина, одного из наиболее важных современных инсектицидов.

Исследования Лихтенштейна и др. [2] показали, что севин, будучи добавленным в почву, тормозит рост корешков растений. Обнаруженный этими авторами эффект мог быть связан с мутагенными свойствами севина, хотя связь между угнетением роста и мутагенными свойствами не всегда имеет место [3].

Согласно приведенным в табл. 2 данным, севин, примененный в дозе 40 мг/кг, в водной суспензии не вызывал повышения частоты цитогенетических нарушений. Однако всасывание севина из водных суспензий при внутрибрюшинном введении идет очень медленно и частицы препарата обнаруживаются на слизистой кишечника даже через 24 часа после введения. Поэтому вопрос о мутагенных свойствах севина должен остаться открытым.

Зоокумарин в примененной дозе понижал частоту aberrаций хромосом, по сравнению с контролем, что позволяет предположить, что зоокумарин при применении данной дозы обладает антимутагенными свойствами. Возможно, что это связано с применением относительно невысокой дозы зоокумарина (20 мг/кг), так как при применении более высоких доз (50 мг/кг) в предыдущих исследованиях зоокумарин обладал противоположным действием. Аналогичные результаты получены Н. П. Дубининым и В. К. Щербаковым [4] при установлении мутагенного свойства цистеина. Согласно их данным, цистеин в разных концентрациях и разных условиях может оказывать как мутагенный, так и антимутагенный эффект.

В настоящее время продолжается более подробное изучение мутагенных свойств названных соединений с учетом фаз клеточного цикла, отдаленных последствий, дозовой зависимости и кумулятивного свойства.

Институт гигиены труда и профзаболеваний Институт экспериментальной патологии и терапии АМН СССР

Тбилиси

и терапии АМН СССР

(Поступило в редакцию 17.7.1965)

მეცნიერებათა აკადემიის ბიულეტენი

დ. მარკარიანი, რ. მანჯგალაძე, ვ. ვაშაკიძე

მარბანეციის შენაერთებისა და ზოგიერთი პესტიციდის მუტაგენური თვისებების საკითხისათვის

რეზიუმე

ქიმიურ ნივთიერებათა მუტაგენური თვისებების დადგენა დღეისათვის მკვლევართა ყურადღების ცენტრში დგას.

ჩვენი გამოკვლევების მიზანს შეადგენდა: მარბანეციის ქლორიდის, სულფიდის, კალიუმის პერმანგანატისა და ზოგიერთი პესტიციდის გრანიზანის, სევილის, ზოოკუმარინის), აგრეთვე თამბაქოს მტვერის მუტაგენური თვისებების დადგენა. ციტოლოგიურმა ანალიზმა ცხადყო, რომ ციტოგენეტიკური მოშლილობა ძვლის ტვინის უჯრედებში მარბანეციის ქლორიდით, სულფიდით, გრანიზანითა და თამბაქოს მტვერით მოწამვლისას სარწმუნოდ მატულობს (საკონტროლო ცხოველებთან შედარებით) განსაკუთრებით მკვეთრი ცვლილებები აღინიშნება მოწამვლიდან 24 საათის შემდეგ. ამასთან, ზემოთ აღნიშნული შენაერთები იწვევენ როგორც ქრომოსომული აბერაციების გაზვირებას (ხიდები და ფრაგმენტები), ისე, ქრომოსომა შეწყვეტას. მაგრამ, დამუშავებულ მასალაში აღინიშნებოდა მხოლოდ ქრომოსომული ხიდები და უმთავრესად ერთეული ფრაგმენტები. ციტოგენეტიკური მოშლილობა თავს იჩენდა როგორც თეთრ, ისე წითელ სისხლში, აგრეთვე მეგაკარიოციტებში.

ციტოგენეტიკური ეფექტი არ აღინიშნებოდა მარბანეციის შენაერთებით მოწამილიდან 6 საათის შემდეგ, მიუხედავად მათი კარგად ხსნადობისა, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ მარბანეციის შენაერთების მუტაგენური თვისებების გამოსამკვლევებლად აუცილებელია უჯრედციკლის S სტადიის გავლა, რომლის დროსაც ადგილი აქვს ქრომოსომული აბერაციების განვითარებას.

ზოოკუმარინი ჩვენ მიერ გამოყენებული დოზით იწვევდა საწინააღმდეგო ეფექტს—ქრომოსომულ აბერაციათა შემცირებას, საკონტროლო ცხოველებთან შედარებით, რაც საშუალებას გვაძლევს ვიფიქროთ, რომ ზოოკუმარინი მცირე დოზებში ავლენს ანტიმუტაგენურ თვისებებს, შედარებით დიდი დოზების გამოყენების დროს ჩვენს წინა შრომებში ადგილი ჰქონდა მისი მუტაგენური თვისების დადგენას.



სებების გამოვლინებას ანალოგიური შედეგები აქვს მიღებული ნ. დუბრინინსა და ვ. შჩერბაკოვს ცისტეინზე. მათი აზრით, ცისტეინი სხვადასხვა კონცენტრაციებში და სხვადასხვა პირობებში ავლენს როგორც მუტაგენურ, ისე ანტი-მუტაგენურ ეფექტს.

სეინის მუტაგენური თვისებების დადგენა დღეისათვის გრძელდება და ეს საკითხი შეიძლება რიად ჩაითვალოს.

აღნიშნულ ნივთიერებათა მუტაგენური თვისებების დასადგენად ამჟამად წარმოებს უფრო ღრმა გამოკვლევები, უჯრედოვანი ციკლის ვათვალისწინებით, მუტაგენური თვისებების ხარისხის დამოკიდებულ დოზასთან და ნივთიერების კუმულაციურ თვისებებთან კავშირში, რის შედეგადაც შესაძლებელი იქნება მათი მუტაგენური თვისებების საკითხის საბოლოოდ გადაწყვეტა.

დასოვნეზული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. M. Demerec, L. Hanson. Cold spring Harbor Simposiu Quant biol., 16, 1951.
2. F. Lecttenstein at all. L. Agr. Food. chem., 10, 3, 1962, 251—256
3. Н. Н. Зоз, С. И. Маркарова. Цитологический анализ мутагенного действия нитрозоэтиламочевины и нитрозометиламочевины. Цитология, 7, 3, 1965, 405—408.
4. Н. П. Дубинин, В. К. Щербakov. Противолучевые соединения как мутагены и антимутагены. Радиобиология, т. 4, вып. 6, 1946, 862—864

თ. რაჭულიშვილი

ინფექციური ჰეპატიტის შორეული შედეგები ბავშვებში

(წარმოდგენა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. ბაქურაძემ 23.8.1965)

ღვიძლისა და სანაღვლე სისტემის დაავადებებს ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია საერთო პათოლოგიაში. ლიზტმანის მონაცემებით სიყვითლის 10.000 შემთხვევიდან 22,2% მოდიოდა ღვიძლისა და სანაღვლე გზების დაავადებებზე. უკანასკნელ ხანებში აღინიშნება ამ სისტემის დაავადებათა ზრდა. ასე, მაგალითად, მაღარიის მონაცემებით, თუ 1925 წ. ბუდაპეშტის თერაპიულ კლინიკაში 10,46% მოდიოდა ღვიძლისა და სანაღვლე გზების დაავადებით, 1958 წ. მან მიიღწია 14,3%-ს. საკმაოდ მაღალია ამ სისტემის დაავადებათა ხვედრითი წონა ბავშვთა პათოლოგიაშიც; მასლოვის მონაცემებით, იგი შეადგენს ბავშვთა დაავადებათა 2,4%-ს.

ღვიძლისა და სანაღვლე გზების დაავადებათა შორის, თავისი სისწირით, ერთ-ერთი პირველი ადგილი მწვავე ეპიდემიურ ჰეპატიტს უკავია.

ჩვენი კლინიკის მონაცემებითაც უკანასკნელ წლებში გატარებულ სხვადასხვა ინფექციით დაავადებულთაგან ეპიდემიური ჰეპატიტით დაავადებულნი შეადგენენ 14,3%-ს (ბავშვების კონტინგენტიდან 19,1%-ს). ამასთან აღსანიშნავია ის ფაქტიც, რომ სადღეისოდ არ აღინიშნება ტენდენცია ამ დაავადების შემცირებისაკენ. ამიტომ საეხებით სამართლიანად, ინფექციონისტთა ძირითად პრობლემას ამჟამად წარმოადგენს ეპიდემიური ჰეპატიტი.

გადასაწყვეტია პრაქტიკული მნიშვნელობის შემდეგი საკითხები:

1) ეპიდემიური ჰეპატიტით დაავადებულთა დროული დიაგნოსტიკა და პოსპიტალიზაცია; 2) იმ ობიექტური მაჩვენებლების დადგენა, რომლებიც განსაზღვრავენ გამოჯანმრთელებულთა სტაციონარიდან გაწერის ვადებს; 3) ეპიდემიური ჰეპატიტის, ე. წ. „ნარჩენი მოვლენებით“ დაავადებულთა რიცხვის დადგენა იმ ბავშვთა შორის, რომლებმაც ეს ავადმყოფობა გადაიტანეს.

ამ შრომაში ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა ეპიდემიური ჰეპატიტის კლინიკა სხვადასხვა ასაკობრივი ჯგუფის ბავშვებში, დაავადების განვითარების ყველა პერიოდში. ჩვენ განსაკუთრებით გვაინტერესებდა სტაციონარიდან გაწერის შემდგომ არსებული უახლოესი და შორეული შედეგები. დაავადებულ ბავშვებზე სტაციონარში და სტაციონარს გარეთ ზორეულ შედეგებზე დაკვირვებისას, გარდა გამოკვლევის საყოველთაოდ მიღებული კლინიკური მეთოდებისა, ესარგებლობდით დამატებითი ანამნეზით, გასინჯვით, რათა უფრო ღრმად შეგვესწავლა ღვიძლის ზოგიერთი ფუნქცია.



კლინიცისტა შორის არ არის ერთობლივი აზრი იმის შესახებ, თუ ებიდემიური ჰეპატიტის მწვავე პერიოდის შემდეგ როგორ ხდება ღვიძლის ფუნქციათა სრული აღდგენა; ამას კი დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ბავშვთა დისპანსერიზაციის თვალსაზრისით, მისი ფიზიკური დატვირთვისა და კვების რეჟიმის დადგენისათვის.

ჩვენი აზრით, ღვიძლის ფუნქციის აღდგენა დამოკიდებული უნდა იყოს როგორც ენდოგენური (ასაკი, სქესი, კონსტიტუცია, გადატანილი დაავადებანი და სხვა), ისე ექსოგენურ (მკურნალობის დაწყების ვადები, დაავადების სიმძიმე, კვების სხვადასხვა სამკურნალო ტაქტიკა) ფაქტორებზე.

დასმული საკითხის გასარკვევად ავადმყოფები დავყავით ასაკის, სქესისა და გადატანილ დაავადებათა მიხედვით და რაც მთავარია, დაავადების სიმძიმისა და მიხედვით. გარდა ამისა, შევისწავლეთ ბავშვთა ზოგადი მდგომარეობა, აგრეთვე ღვიძლის ფუნქციური მდგომარეობა კლინიკიდან გაწერის გარკვეული პერიოდების შემდეგ.

ავადმყოფთა გამოკვლევები ტარდებოდა კლინიკაში მიღებული წესით, ვადგენდით დეტალურ ანამნეზებს (პროდრომის დადგენის მიზნით, აგრეთვე გადატანილი სნეულებების გასათვალისწინებლად). ობიექტური მონაცემებიდან მხედველობაში ვიღებდით ამ დაავადებისათვის უკვე ცნობილ სიმპტომოკომპლექსს. ამას გარდა ტარდებოდა ბიოქიმიური გამოკვლევები: ბილირუბინის რაოდენობრივი და თვისობრივი განსაზღვრა სისხლის შრატში, სულემის სინჯი. ველტმანის კოაგოლიციური ლენტის სიგრძე. ტაკატ-არას რეაქცია, ალდოლაზა, ლიბოიდური ფოსფორი და ლეციტინი.

გამოკვლევები ჩაუტარდა 1084 ბავშვს კლინიკაში შემოსვლისას და ერთი-ორი დღით ადრე კლინიკიდან გაწერამდე. იმის გამო, რომ კვლევის ერთ-ერთ ძირითად მიზანს შეადგენდა ნორმული შედეგების დადგენა (ღვიძლის ფუნქციის აღდგენის თვალსაზრისით), ამიტომ 1084 ბავშვიდან ჩვენ შევარჩიეთ 101 ბავშვი დაავადების ტიპიური კლინიკური მიმდინარეობით, უმთავრესად თბილისელები, რადგან ამ შემთხვევაში უფრო შესაძლებლობა გვქონდა გვეწარმოებინა სისტემატური დაკვირვება და განმეორებითი გამოკვლევა.

გამოკვლევები ჩატარდა 6 თვის შემდეგ 50 ავადმყოფზე, 1 წლის შემდეგ 51-ზე, 3-4 წლის შემდეგ 16 ავადმყოფზე.

გამოკვლევის ჩატარებისას მხედველობაში გვქონდა მიღებული, გადატანილი ჰქონდა თუ არა ავადმყოფს რაიმე სხვა დაავადება, რომელთაც შეეძლოთ გამოეწვიათ ღვიძლის ფუნქციის გაუარესება.

ინფექციური ჰეპატიტის მსუბუქი ფორმებით დაავადებული იყო 14 ბავშვი.

ყველა შემთხვევაში ბავშვების ზოგადი მდგომარეობა—როგორც ფსიქონევროლოგიური, ისე ფიზიკური—დამაკმაყოფილებელი იყო. 3 შემთხვევაში აღინიშნებოდა სუსტად გამოხატული ტკივილები მუცლის მიდამოშიც. სკლერების სუბიქტრალური შეფერვა აღინიშნებოდა მხოლოდ 2 შემთხვევაში. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ 2 ბავშვს ჰქონდა დროგამოშვებით სუბფებრილიტეტი და ამასთან ერთად ღვიძლის უმნიშვნელო გადიდება. განავალი და წარდი ყველა შემთხვევაში იყო ნორმალური შეფერვისა. ღვიძლი 14-დან მხოლოდ 3 შემთხვევა-

ში იყო ნორმის ფარგლებში, 7 შემთხვევაში ხვდებოდა ხელს, ხოლო 2 შემთხვევაში ნეკნთა რკალს სცილდებოდა 2 სანტიმეტრით.

ღვიძლის კონსისტენცია ყველა შემთხვევაში იყო მომკვრივო, სადა ზედაპირით, უმტკივნეულო; ჩვენი გამოკვლევით გამოირკვა, რომ ღვიძლი 6 თვის განმავლობაში რჩებათ გადიდებული იმ ბავშვებს, რომელთაც მწვავე პერიოდშივე მნიშვნელოვნად გადიდებული ჰქონდათ და გაეწერნენ არანორმალური ბუნების ღვიძლით.

ელენთა ყველა შემთხვევაში დაავადებიდან მე-6 თვეზე ნორმის ფარგლებში იყო.

გამოკვლევულ ბავშვთა ბიოქიმიური მაჩვენებლები ასეთ სურათს იძლევა: ბილირუბინი, როგორც ჩვენი მონაცემებიდან ირკვევა, დაავადებიდან მე-6 თვემდე მერყეობს 0,25%-დან 0,38%-მდე (საშუალოდ 0,28 მგ%) ჰიპანს ვანდენბერგით. მე-6 თვისათვის სულემის სინჯის მაჩვენებლები 1,65-დან 2,0-მდე მერყეობს. ასე, რომ სულემის სინჯი ყველა შემთხვევაში ნორმალურ მაჩვენებელს იძლევა, თუმცა 14-დან 10 შემთხვევაში იგი ნორმის მაღალ დონეს უჩვენებდა. ველტმანის სინჯი მე-6 თვეზე მხოლოდ 3 შემთხვევაში იყო ნორმალური, დანარჩენ შემთხვევებში ველტმანის რეაქცია გადახრილი იყო მარჯვნივ და თითქმის შემთხვევათა ნახევარში საკმარისად მაღალ ფარგლებში იმყოფებოდა.

აქედან გამომდინარე, საფუძველი გვაქვს დავასკვნათ, რომ მსუბუქი ფორმების დროსაც კი, ღვიძლში მაინც შეინიშნება დისტროფიული ცვლილებები.

ტაქატა-არას რეაქცია, 14-დან მხოლოდ 1 შემთხვევაში მივიღეთ დადებითი. ლიპოიდური ფოსფორი დაავადების მე-6 თვეზე აღინიშნა 5 შემთხვევაში. მხოლოდ 1 შემთხვევაში იყო იგი ნორმაზე ოდნავ დაბალი (9 მგ%). დანარჩენ შემთხვევებში მერყეობდა 10-დან 12 მგ%-მდე, ე. ი. ნორმის ფარგლებში. ანალოგიურ სურათს გვაძლევს ლეციტინის მაჩვენებლები, რომელიც აღინიშნა აგრეთვე 5 შემთხვევაში და მისი მერყეობა (225—3000 მგ%) სავსებით ეფარდება მის ნორმალურ დონეს (200—175 მგ%).

ამრიგად, ბოტკინის დაავადების მსუბუქი ფორმების დროს, რაც უმთავრესად მოზრდილ ბავშვებში გვხვდება, მეტწილად ხდება ღვიძლის კლინიკური და ფუნქციური მდგომარეობის აღდგენა, მაგრამ ერთეულ შემთხვევებში მაინც აღინიშნება სუსტად გამოხატული ნარჩენი დისტროფიული მოვლენები.

დაავადებიდან ერთი წლის შემდეგ შევისწავლეთ 19 ბავშვი. გამოკვლევის პერიოდისათვის რაიმე მკვეთრ გადახრას ფსიქონევროლი ან ფიზიკური მდგომარეობის მხრივ ადგილი არ ჰქონია, მხოლოდ 3 ბავშვი უჩიოდა სუსტად გამოხატულ ტკივილებს მუცლის მიდამოში.

სიყვითლის არავითარი გამოვლინება ბავშვებს არ აღენიშნებოდათ. შარდი და განავალი აგრეთვე არ იძლეოდა ინფექციური ჰეპატიტისათვის დამახასიათებელ გამოვლინებებს. 19-დან 5 ბავშვს ღვიძლი ჰქონდა ნორმის ფარგლებში, 10 შემთხვევაში ოდნავ ხვდებოდა ხელს, ხოლო 4 შემთხვევაში იგი ნეკნთა რკალს სცილდებოდა 2 სმ-მდე.

ელენთის გადიდება არცერთ შემთხვევაში არ აღინიშნებოდა.

ბილირუბინის რაოდენობა ყველა შემთხვევაში ნორმის ფარგლებში იყო და მხოლოდ ერთ შემთხვევაში აღმოჩნდა იგი ნორმის მაღალ დონეზე (0,6%). პიმანს ვანდენბერგის რეაქცია ყველა შემთხვევაში უარყოფითი იყო. სულემის სინჯი, ყველა შემთხვევაში იძლეოდა ნორმალურ მაჩვენებლებს. 10 შემთხვევაში იგი თითქმის ნორმალური იყო, ხოლო 3 შემთხვევაში შესამჩნევად მაღალ დარჩა. ტაკატა-არას რეაქცია დადებითი იყო მხოლოდ ერთ შემთხვევაში (ისიც სუსტად) მაშინ, როდესაც დაავადების მწვავე პერიოდში ამ ჯგუფის ბავშვთა შორის 4-ს აღენიშნებოდა მეტ-ნაკლებად გამოხატული დადებითი რეაქცია. ლიპოიდური ფოსფორი გამოკვლეულია 3 შემთხვევაში; აქედან ორს იგი ოდნავ დაქვეითებული აღმოაჩნდა. ლეციტინი ყველა შემთხვევაში ნორმალური იყო. ალდოლაზა 6-დან 5 შემთხვევაში მომატებული იყო და 20-დან 45 ერთეულამდე აღწევდა.

ამრიგად, 1 წლის თავზე ღვიძლის დაზიანების კლინიკური და ბიოქიმიური მაჩვენებლები გაცილებით უკეთ გაუმჯობესდა ვიდრე ეს იყო 6 თვის შემდეგ, მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ ღვიძლის ფუნქციების სრული აღდგენა ყველა შემთხვევაში მაინც არ ხდება, რაზედაც მიუთითებს ველტმანის სინჯისა და ალდოლაზას მაღალი მაჩვენებლები.

ინფექციური ჰეპატიტის საშუალო სიმძიმის ფორმით დაავადებულ ბავშვთა კატამნეზი ჩვენ შევისწავლეთ 62 შემთხვევაში; აქედან დაავადებიდან 6 თვეზე — 32, ხოლო 1 წლის შემდეგ — 30 ბავშვი.

ინფექციური ჰეპატიტის საშუალო სიმძიმის ფორმით დაავადებულ ბავშვთა კატამნეზი მე-6 თვეზე გვაძლევს ასეთ სურათს: შესწავლილ 32 ბავშვიდან, მხოლოდ 7 უჩიოდა ტკივილებს მუცლის მიდამოში. სიყვიითლე და ცვლილებები შარდისა და განავლის მხრივ აღარ აღინიშნებოდა. 32 ბავშვიდან მხოლოდ 5-ს ჰქონდა ღვიძლი ნორმალურ საზღვრებში; დანარჩენებს ღვიძლი მეტ-ნაკლებად დარჩათ გადიდებული.

ამრიგად, შეიძლება ითქვას, რომ დაავადების საშუალო ფორმები, ნახევარზე მეტ შემთხვევაში 6 თვისათვის ჯერ კიდევ არ იძლევა კლინიკურ სიმპტომთა ლოკვიდაციას. ღვიძლის ფუნქციური მდგომარეობა რომ არაა აღდგენილი ეს იქიდანაც ჩანს, რომ 6 შემთხვევაში ელენთაც გადიდებული დარჩა.

ღვიძლის ფუნქციის ბიოქიმიური მაჩვენებლები ასეთ სურათს იძლევა: ბილირუბინის რაოდენობა მეტწილად მერყეობს ნორმის ფარგლებში (მხოლოდ 2 ბავშვს აღენიშნებოდა იგი მომატებული). სულემის სინჯი დარჩა ნორმის ფარგლებში. ველტმანის სინჯი უმეტეს შემთხვევაში დარჩა პათოლოგიური, ხოლო 4 შემთხვევაში — ნორმამდე ჩამოვიდა.

ტაკატა-არას რეაქცია, თუ დაავადების მწვავე ფაზის 12 შემთხვევაში დადებითი იყო, მე-6 თვისათვის იგი სუსტად დადებითი აღმოჩნდა 2 შემთხვევაში. ლიპოიდური ფოსფორი 3-დან 2 შემთხვევაში იყო შემცირებული. ლეციტინის მაჩვენებელი ნორმის ფარგლებში დარჩა. ალდოლაზა გამოკვლეულია 11 შემთხვევაში და მხოლოდ 1 შემთხვევაში უდრიდა ნორმის; დანარჩენ 10 შემთხვევაში ალდოლაზის მაჩვენებელი საკმაოდ მაღალი დარჩა.

ამრიგად, ბოტკინის დაავადების საშუალო ფორმა 6 თვის განმავლობაში უმეტეს შემთხვევაში არ იძლევა ღვიძლის ფუნქციათა რეპარაციას.

30 ბავშვის (ასაკი—2-დან—12 წლამდე; 17 გოგონა, 13 ბიჭი). ანამნეზიდან გამოირკვეა, რომ ბავშვების გარკვეულ ნაწილს გადაუტანია სეზონური ხასიათის კატარი, ბანალური ანგინა. ჩვენ ვფიქრობთ, რომ ამ დაავადებას არ შეიძლება დაგამოეწვია რაიმე ცვლილება ღვიძლის პარენქიმის მხრივ. მხოლოდ ერთ შემთხვევაში განვითარდა ბოტკინის დაავადების რეციდივი; იგი განვითარდა პირველი დაავადებიდან 9 თვის შემდეგ. დაავადება მიმდინარეობდა საშუალო სიმძიმით რაიმე გართულებების გარეშე.

6 თვის განმავლობაში ბავშვთა უმეტესი ნაწილი იმყოფებოდა ჩვენ მიერ მითითებულ სპეციალურ რეჟიმზე როგორც საკვების, ისე ფიზიკური დატვირთვის მხრივ. ამის შემდეგ რეჟიმი ზოგჯერ სრულდებოდა ნაწილობრივ, ზოგჯერ კი — არა. გამოკვლევის პერიოდისათვის არც ერთ ბავშვს არ აღენიშნებოდა უხალისობა, ან ფსიქიური დეპრესიის სხვა გამოვლინება. ფიზიკური განვითარების მხრივ ისინი შეეფარდებოდნენ ასაკობრივ ნორმებს.

დაავადებიდან 1 წლის შემდეგ 29 ბავშვიდან 1 ბავშვს აღენიშნებოდა სუსტად გამოხატული ტკივილები მუცლის მიდამოში.

კანისა და ლორწოვანის, თუნდაც სუბიქტურული შეფერვა არცერთ შემთხვევაში არ აღინიშნებოდა. არ აღინიშნა რაიმე ცვლილება შარდისა და განავლის მხრივ.

გამოკვლევულ 29 ბავშვიდან ღვიძლი ნორმის ფარგლებში ჰქონდა 11 ბავშვს. ელენთის ვადიდება არცერთ შემთხვევაში არ ყოფილა შენიშნული.

ბიოქიმიური მონაცემებიდან ასეთი სურათი მივიღეთ: ბილირუბინის რაოდენობა ყველა შემთხვევაში ნორმას დაუბრუნდა, გარდა ერთი შემთხვევისა, რომელსაც რეციდივი ჰქონდა, ყველა შემთხვევაში ჰიპანს ვანდენბერგის რეაქცია უარყოფითი იყო. სულემის სინჯი ყველა შემთხვევაში ნორმის ფარგლებში დარჩა. ველტმანის სინჯი 19,2%-ში აღმოჩნდა ნორმალური, დანარჩენ შემთხვევებში დარჩა მომატებული. ტაჯატა-არას რეაქცია ყველა შემთხვევაში უარყოფითი იყო. ლიპოიდური ფოსფორის რაოდენობა 4-დან 2 შემთხვევაში უანლოვდება ნორმის ქვემო დონეს, ხოლო 2 შემთხვევაში დაკლებულია.

ლექიტინი ყველა გამოკვლევულ ბავშვს ნორმის ფარგლებში ჰქონდა. ალდოლაზას რაოდენობა 8-დან 4 შემთხვევაში ნორმის ფარგლებში დარჩა.

თუ შევაჯამებთ მიღებულ კლინიკურ და ბიოქიმიურ მარკენებლებს, დავინახავთ, რომ საშუალო სიმძიმის ფორმები შემთხვევათა ერთ ნაწილში გვაძლევს ღვიძლის გარკვეულ კლინიკურ და ბიოქიმიურ ცვლილებებს, მაგრამ არა ისეთი სიხშირით, როგორც ეს ხდება 6 თვის შემდეგ.

ბოტკინის დაავადების მძიმე ფორმით დაავადებულთა კატამნეზი ჩვენს მასალაზე მცირეა; 6 თვის შემდეგ გამოკვლეულია 4 ბავშვი, ხოლო 1 წლის შემდეგ — 2 ბავშვი. 6 თვის შემდეგ არცერთს არ აღენიშნებოდა სუბიქტური ჩივილები. ღვიძლი 2 შემთხვევაში ხვდებოდა ხელს, ხოლო 2 შემთხვევაში იგი ვადიდებული იყო 2 სმ-ით. ელენთა 4-დან 1 შემთხვევაში ვადიდებული იყო

4 სმ-მდე. დანარჩენ შემთხვევაში არ სცილდებოდა ნეკნთა რკალს. არცერთ ბავშვს არ აღენიშნებოდა ცვლილებები შარდისა და განავლის მხრივ.

ბიოქიმიურმა გამოკვლევებმა აგრეთვე არ მოგვცა რაიმე მკვეთრად გამოხატული ცვლილებები. სულემის სინჯი 6 თვის შემდეგ ყველა შემთხვევაში დაქვეითებას იძლევა. ველტმანის სინჯი 4-ვე შემთხვევაში იძლევა მომატებას 9—10 სინჯარამდე. ტაკატა-არას რეაქცია 2 შემთხვევაში აღმოჩნდა უარყოფითი, ხოლო 1 შემთხვევაში — დადებითი ორი ჯვრით.

ამრიგად, მართალია, ჩვენი მასალა მცირეა, მაგრამ გარკვეულად მიუთითებს იმის შესახებ, რომ მძიმე ფორმების დროს 6 თვის შემდეგ არ ხდება ღვიძლის ორგანული და ფუნქციური რეპარაცია. ასეთი ბავშვები აქტიურ მკურნალობას მოითხოვენ.

1 წლის შემდეგ ჩვენ გამოვიკვლიეთ 2 ბავშვი (4 წლისა და 12 წლისა, ქალი და ვაჟი). ერთ ბავშვს სულემის სინჯი ჰქონდა დაბალი, თუმცა ველტმანის სინჯიც ნაკლებ მაჩვენებელს იძლეოდა. მეორე ბავშვს ტაკატა-არას რეაქცია უარყოფითი ჰქონდა. რასაკვირველია, ორი შემთხვევა ჩვენ არ ვვადგენს რაიმე გარკვეული დასკვნის გამოტანის უფლებას, მაგრამ იქმნება შთაბეჭდილება, რომ 1 წელი არაა საკმარისი ღვიძლის ფუნქციის სრული აღდგენისათვის.

სრული წარმოდგენა რომ გვექონოდა ინფექციურ ჰეპატიტისაგან გამოწვეულ ნარჩენი მოვლენების შემდგომი მდგომარეობის შესახებ, გადავწყვიტეთ, 6 თვისა და 1 წლის თავზე ჩატარებულ გამოკვლევის გარდა, შეგვესწავლა ამავე ჯგუფის ბავშვთა მდგომარეობა უფრო მოგვიანებით პერიოდში—3-4 წლის შემდეგ. ასეთი გამოკვლევები ჩავატარეთ 16 ბავშვზე.

თუ ანალოზს გავუკეთებთ ზემოთ მოყვანილ ყველა შემთხვევას, დავინახავთ, რომ ნარჩენი მოვლენების ხანგრძლივად არსებობა, მართალია, ნაწილობრივ ერთგვარ დამოკიდებულებაშია დაავადების სიმძიმესთან, მაგრამ გამორიცხული როდია ღვიძლის სტაბილური დაზიანება ან არასრული რეგენერაცია საშუალო და მსუბუქი ფორმების დროსაც.

დასკვნები

1. ინფექციური ჰეპატიტი ხშირად სტოვებს ამა თუ იმ ნარჩენ მოვლენებს, რომელთა სისწორე ყოველთვის არ არის დამოკიდებული დაავადების სიმძიმეზე მის მწვავე პერიოდში.

2. ნარჩენი მოვლენებიდან, განსაკუთრებით ხშირი და სტაბილურია ღვიძლის გაღივება და ცილოვანი ცვლის მოშლა, მიუხედავად იმისა, რომ ზოგადი მდგომარეობა შეიძლება იყოს დამაკმაყოფილებელი და ცვლილებები სხვა სისტემების მხრივ ლიკვიდირებული.

3. ინფექციური ჰეპატიტისაგან სრული განკურნებისათვის არ კმარა 6 თვე; იგი შეიძლება გაგრძელდეს რამდენიმე წელსაც კი.

4. ნარჩენი მოვლენების ლიკვიდაცია, ყოველთვის არ არის გარკვეულ დამოკიდებულებაში ბინაზე ჩატარებულ დიეტურ, სამკურნალო, საყოფაცხოვრებო და სანიტარული რეჟიმის რაციონალურად ჩატარებაზე.

5. ინფექციური ჰეპატიტით დაავადებულის მკურნალობა აუცილებლად უნდა იყოს ეტაპური; მიზანშეწონილია გაახსნას სპეციალური სანატორიუმები რეკონვალესცენტებისათვის ნარჩენი მოვლენებით, სადაც მკურნალობა მუდმივად ან პერიოდულად უნდა გაგრძელდეს არანაკლებ 1 წლისა, ხოლო შემდეგ 3—4 წლის განმავლობაში ბავშვები უნდა იმყოფებოდნენ დისპანსერული მეთვალყურეობის ქვეშ.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო
ინსტიტუტი

ინფექციურ სნეულებათა კათედრა

(რედაქციას მოუვიდა 23.8.1965)

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

О. И. РЧЕУЛИШВИЛИ

ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИНФЕКЦИОННОГО ГЕПАТИТА (БОЛЕЗНИ БОТКИНА) СРЕДИ ДЕТЕЙ

Р е з ю м е

Инфекционный гепатит часто оставляет те или иные остаточные явления, частота которых не всегда зависит от тяжести заболевания в это остром периоде.

Из остаточных явлений особенно часто наблюдаются увеличение печени и нарушение белкового обмена, хотя при этом общее состояние может оставаться удовлетворительным, а изменения в других системах могут быть ликвидированы.

Для излечения от инфекционного гепатита недостаточно 6 месяцев. Болезнь может продолжаться в течение нескольких лет.

Ликвидация остаточных явлений не всегда зависит от рационально проведенного на дому диетического, лечебного, бытового и санитарного режима.

Лечение больного инфекционным гепатитом необходимо проводить по этапам. Целесообразно открыть специальные санатории для выздоровевших с остаточными явлениями, где лечение должно проводиться постоянно или периодически не менее 1 года. Затем дети должны находиться под диспансерным наблюдением в течение 3—4 лет.

კლინიკური მედიცინა

ზ. გუგუშაშვილი, ზ. მოლოდინაშვილი

პორტალური სისხლის ნაკადის სისწრაფი კუჭ-ნაწლავის მწვავე და ქრონიკულ დაზიანებათა დროს

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა დ. გუდგენიშვილმა 26.7.1965)

კუჭ-ნაწლავის ლორწოვანი გარსების შეწოვითი უნარიანობა ვარკვეულ ურთიერთ დამოკიდებულებაში უნდა იმყოფებოდეს პორტალურ სისტემაში არსებულ სისხლის ცირკულაციასთან. ეს იქიდანაც ჩანს, რომ ქრონიკული ვასტრიტებისა და წყლულოვანი სნეულების დროს უნახავთ პერორალურად მიღებულ იოდ-კალიუმის გამოყოფის შეგვიანება ნერწყვში, (ა. ჟღენტი; ა. გუბერგოცი, ლ. ლეშინსკი და ვ. რიაბოვი; ა. კორეპანოვი და სხვ.), კონკრეტულად პორტალური სისხლის დინების სისწრაფის შეგვიანება უნახავს ვ. ნედოვოდას. კუჭის წველის შევიანობის ხარისხის მიხედვით კუჭის ლორწოვანი გარსის შეწოვითი უნარიანობის შესახებ მონაცემები სადაოდ არის დარჩენილი (ე. ცვილიზოვსკაია).

კუჭის მწვავე ანთებისა და ნაწლავების მწვავე დაზიანების დროს მსგავსი მონაცემები არ არსებობს, თუმცა მოსალოდნელია მისი აჩქარება, რამდენადაც ზოგადი ჰემოციტოკულაცია ჩვეულებრივ აჩქარებულია. ქრონიკულ ენტერიტის დროს იოდ-კალიუმის გამოყოფის შეგვიანება უნახავს ე. ბეიულს, მაშინ როდესაც ქრონიკული კოლიტის დროს მისი გამოყოფა არ იცვლება (ვ. პროსტიაკოვი და ე. ბეიული).

მიზანშეწონილად უნდა ჩაითვალოს იმ საკითხის ვარკვევაც, თუ როგორ მოქმედებს კუჭის მწვავე ანთება საკუთრივ მეზენტერიულ ჰემოციტოკულაციაზე, ხოლო მსხვილი ნაწლავების მწვავე ანთების პროცესი—საკუთრივ პორტალურ ცირკულაციაზე.

ამ საკითხების გასარკვევად უმჯობესია გამოვიყენოთ არა ერთი რომელიმე ცდა, არამედ ცდების კომპლექსი. ჩვენ მიემართეთ პორტალური ჰემოციტოკულაციის დროის გამოკვლევას დიფერენცირებულად, სახელდობრ — აცტილენის შეყვანას 12-გოჯა ნაწლავში და ამოსუნთქულ ჰაერში მისი გამოყოფის მომენტის დადგენას. ასევე დავადგინეთ სწორი ნაწლავიდან შეყვანილი ეთერის ამოსუნთქულ ჰაერში გამოყოფის მომენტი. ვარდა ამისა, მეთილენის ლილის ხსნარი შეგვყავდა კუჭში, 12-გოჯაში, სწორ ნაწლავში და იდაყვის ვენაში. შემდეგ აღირიცხებოდა დრო, რაც საჭირო იყო ამ ნივთიერების შარდის ბუშტში გამოყოფამდე. სხვადასხვა ადგილებიდან მისი ტრანსპორტირების დროთა სხვაობიდან შთაბეჭდილება გვრჩებოდა კუჭიდან 12-გოჯაში გადასვლის დროისა და

საკუთრივ პორტალური, ისე როგორც საკუთრივ მეზენტერიული ცირკულაციის დროის შესახებ.

პორტალური ჰემოცირკულაციის დროის სხვადასხვა დაავადებათა შემთხვევაში მიღებული მონაცემები დამუშავებულია ვარიაციულ სტატისტიკურად და შედარებული ჯანმრთელების შესაბამის მონაცემებთან, აგრეთვე ურთიერთშორის. საშუალო მონაცემები მოყვანილია ცხრილში: სხვაობათა არსებობის ინდექსები (t -ინდექსი) ტექსტში ჩასმულია ფრჩხილებში, ხოლო დამაჯერებლობის ინდექსი (p -ინდექსი) 0,001-ზე ნაკლები—არაა ფრჩხილებში ჩასმული. გამოკვლეულია 56 ჯანმრთელი და 133 ავადმყოფი. მათგან დაავადებული იყო: მწვავე გასტრიტი—60, ქრონიკული გასტრიტი—39 და მწვავე დიზენტერიით—34.

მწვავე გასტრიტის შემთხვევებში, ჯანმრთელებთან შედარებით, აცეტილენის გამოყოფის დასაწყისი დრო მცირედ შეგვიანებული აღმოჩნდა ($t=2,57$, $p=0,01$). ინტენსიურად გამოყოფის დრო მხოლოდ ტენდენციას იძლეოდა შეგვიანებისაკენ ($t=1,42$, $p<0,1$), ხოლო დამთავრების დრო — აჩქარებული იყო ($26,0$). ეთერის რექტალური დრო სტატისტიკურად არაა დამაჯერებლად იყო შემოკლებული ($t=1,31$, $p>0,2$).

მეთილენის ლილისათვის დრო „კუჭი—შარდი“ შემოკლებული იყო (3,8) „12-გოჯა—შარდი“—ოდნავ შეგვიანებული ($t=2,88$, $p>0,01$), „სწორი ნაწლავი—შარდი“—აჩქარებული (3,78) და „ვენა—შარდი“ მხოლოდ ტენდენციას აჩვენებდა აჩქარებისაკენ ($t=1,5$, $p=0,1$).

მეთილენის ლილის გადასვლა კუჭიდან 12-გოჯაში გვიჩვენებდა 11,46 წუთს, რაც ჯანმრთელების შესაბამის დროსთან (14,75 წუთი) აჩქარებას გვიჩვენებს 3,29 წუთით. საკუთრივ პორტალური ცირკულაციის დრო 10,875 წუთს უდრიდა, რაც ჯანმრთელების დროსთან (3,9 წუთი) შედარებით 1,5 წუთით, შეგვიანებას გვიჩვენებს. მეზენტერიულ-პორტალური ცირკულაციის დრო 18,445 წუთს გვიჩვენებდა, რაც ჯანმრთელებთან შედარებით (19,24 წუთი) აჩქარებულია 0,795 წუთით. საკუთრივ მეზენტერიული ცირკულაციის დრო აჩქარებული აღმოჩნდა 2,3 წუთით, რადგან ვეაძლევა 7,635 წუთს, ხოლო ჯანმრთელებში 9,94 წუთს უდრიდა.

ქრონიკული გასტრიტის ჰიპოციკლიური მდგომარეობისას აცეტილენის გამოყოფის დასაწყისისა და ინტენსივობის მომენტის შეგვიანება მივიღეთ, დამთავრებისა კი — აჩქარება (3,74, 8,4 და 4,1 შესაბამისად). ეთერის რექტალური დრო შეგვიანებულია (4,1). ნორმაციკლიური მდგომარეობისას მსგავსივე ცვლილება ხდებოდა აცეტილენის გამოყოფის დასაწყისისათვის ($t=2,82$, $p>0,01$), ინტენსივობისა და დასასრულისათვის (6,2 და 4,0 შესაბამისად). ეთერის დრო შეგვიანებული იყო (3,8). ჰიპერციკლიური მდგომარეობისას დრო იგივე მიმართულებისაა აცეტილენის გამოყოფის დასაწყისისა და ინტენსივობისათვის (5,37 და 14,7 შესაბამისად), დასასრულისათვის კი იგი უცვლელი რჩება ჯანმრთელებთან შედარებით ($t=0,3$, $p=0,8$). ეთერის დრო ოდნავ შენელებულია (4,0).

პორტალურია სისტემის ნაყდის ფართის საშუალო მონაცემები (M ± m) კვ-ნაწილის მწვავე და ქრონიკულ დაზიანებათა ფართს

გამკვლევებელი	0 0 0 0 0								
	აცხრობენით-ფართ ველებში			ფართობ-ფართ წამებში	მეთოდების ლილით-ფართ ველებში				
	საწყისის	ინტენსიობის	დაზიანებების		„ქვე-მარ- დი“	„12-გოჯა- მარდი“	„სწორი ნაწ- ლაგი-მარდი“	„ვერა-მარ- დი“	
ჯანმრთელები	2,63 ± 0,143	5,42 ± 0,116	47,4 ± 0,14	23,1 ± 0,8	29,75 ± 0,12	15,0 ± 0,16	24,94 ± 0,135	5,7 ± 0,18	
ავადმყოფები მწვავე ფაზა- რით	3,075 ± 0,094	5,7 ± 0,16	32,75 ± 0,55	21,75 ± 0,65	27,65 ± 0,54	16,19 ± 0,319	23,82 ± 0,263	5,375 ± 0,125	
ავადმყოფები ქრონიკული გასტრით	მიმსაღიფე- რი მდგომა- რება	3,857 ± 0,3	10,0 ± 0,532	39,9 ± 1,81	30,43 ± 1,6	36,0 ± 2,1	17,6 ± 0,245	25,0 ± 0	5,5 ± 0,5
	ნორმალიფე- რი მდგომა- რება	3,62 ± 0,32	9,5 ± 0,64	40,25 ± 1,75	27,25 ± 0,75	37,5 ± 1,117	17,17 ± 0,4	24,5 ± 0,29	5,6 ± 0,245
	მიმსაღიფე- რი მდგომა- რება	4,2 ± 0,255	9,2 ± 0,23	47,8 ± 1,356	27,2 ± 0,66	39,0 ± 1,63	16,0	24,5 ± 0,4	5,0
ავადმყოფები მწვავე ფაზა- რით	სტაციონარ- ში შემოსე- ლისას	2,5 ± 0,139	5,86 ± 0,205	33,29 ± 0,96	18,0 ± 0,406	21,15 ± 0,362	—	18,65 ± 0,16	5,38 ± 0,14
	სტაციონარ- ში გამ- დისას	3,428 ± 0,137	6,357 ± 0,2	45,79 ± 0,865	26,38 ± 0,44	31,77 ± 0,4	—	25,73 ± 0,17	5,48 ± 0,182

როგორც ჩანს, აცეტოლენის გამოყოფის დასაწყისი ნაკლებად იგვიანებს ჰიპოაციდური მდგომარეობისას, ვიდრე ჰიპერაციდული მდგომარეობის დროს. მისი ინტენსიურად გამოყოფის მიხედვით პირუტყუ მდგომარეობაა. რადგან, ეთერის დროის შეგვიანების ხარისხი სხვადასხვა მდგომარეობის დროს თითქმის ერთნაირია, პორტალურ ჰემოციკულაციის დროის სხვადასხვაობაზე მკვლევანობის შესაბამისად არ შეიძლება დაპარაკი.

მეთილენის ლილის გავლის დრო კუჭიდან შარდის ბუნებამდე ჰიპოაციდური მდგომარეობის დროს შეგვიანებული იყო (3,0), ისე როგორც ნორმაციდული (6,9) და ჰიპერაციდული მდგომარეობის დროს (5,66).

დრო „12-გოჯა—შარდი“ შეგვიანებული იყო ჰიპოაციდური (8,9), ნორმაციდული (5,04) და ჰიპერაციდული მდგომარეობის დროს (ერთი შემთხვევა).

დრო „სწორი ნაწლავი—შარდი“ ჰიპოაციდური მდგომარეობის დროს არ განსხვავდებოდა ჯანმრთელებისაგან ($t=0,05$, $p=1,0$), ისე როგორც ნორმაციდული ($t=1,4$, $p=0,2$) და ჰიპერაციდული მდგომარეობის დროს ($t=0,85$, $p=0,4$).

დრო „ვენა—შარდი“ არ განსხვავდებოდა ჯანმრთელებისაგან ჰიპოაციდური მდგომარეობისას ($t=0,04$, $p=1,0$), ისე როგორც ნორმაციდული ($t=0,32$, $p=0,8$) და ჰიპერაციდული მდგომარეობის დროს (ერთი შემთხვევა).

კუჭიდან 12-გოჯაში მეთილენის ლილის გადასასვლელად ნორმაციდული გასტრიტის შემთხვევაში საჭიროა 18,4 წუთი, რაც ჯანმრთელებთან შედარებით შეგვიანებულია 3,65 წუთით; ნორმაციდულის დროს საჭიროა 19,8 წუთი (შეგვიანება—5,05 წუთით) და ჰიპერაციდული მდგომარეობისას—23,0 წუთი (შეგვიანება—8,25 წუთით). ჩანს, ნივთიერებათა გადასვლა კუჭიდან ჰიპოაციდური მდგომარეობის შემთხვევაში ნაკლებად გვიანდება, ვიდრე ნორმაციდული და მით უფრო ჰიპერაციდული გასტრიტის დროს.

საკუთრივ პორტალური ჰემოციკულაციის დრო ჰიპოაციდური მდგომარეობის შემთხვევაში უდრიდა 12,1 წუთს, რაც ჯანმრთელებთან შედარებით შეგვიანებულია 2,8 წუთით; ნორმაციდული მდგომარეობისას უდრიდა—11,57 წუთს (შეგვიანება—2,27 წუთი) და ჰიპერაციდული მდგომარეობისას—11,05 (შეგვიანება—1,35 წუთი). აქედან ჩანს, რომ საკუთრივ პორტალური ჰემოციკულაცია მეტად იგვიანებს ჰიპოაციდური მდგომარეობის დროს, ვიდრე ნორმაციდული და, მით უფრო, ჰიპერაციდული გასტრიტის დროს.

მეზენტერიულ-პორტალური დრო ჰიპოაციდური მდგომარეობის შემთხვევაში 19,5 წუთს გვიჩვენებდა, რაც ჯანმრთელების დროსთან შედარებით მხოლოდ 0,26 წუთითაა შეგვიანებული. ნორმაციდულ გასტრიტის შემთხვევაში იგი 18,9 წუთს უდრიდა (აჩქარება—0,34 წუთი), ხოლო ჰიპერაციდულის შემთხვევაში უდრიდა 19,6 წუთს (შეგვიანება—0,36 წუთი). მაშასადამე, ამ დროის ყველაზე მეტი შეგვიანება აღინიშნება ჰიპერაციდული მდგომარეობის შემთხვევაში, მაშინ როდესაც ნორმაციდული მდგომარეობისას იგი აჩქარებულია კიდევ.

საკუთრივ მეზენტერიული ცირკულაციის დრო ჰიპოაციდურ მდგომარეობათა შემთხვევაში უდრიდა 7,4 წუთს, რაც ჯანმრთელების დროსთან შედარებით აჩქარებულია 2,54 წუთით. ნორმაციდული გასტრიტის შემთხვევაში იგი

7.33 წუთს უდრის და აჩქარებულია 2,61 წუთით. ჰიპერაციდულის შემთხვევაში იგი შეადგენს 8,55 წუთს, რაც ნიშნავს მხოლოდ 1,39 წუთით აჩქარებას. აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ საკუთრივ მეზენტერიული ჰემოციკულაცია ქრონიკული გასტრიტის დროს აჩქარებულია, უფრო მეტად — ჰიპოაციდური და ნორმაციდული გასტრიტის დროს.

მწვავე დიზენტერიის ჯგუფში დაავადების სიმალეზე ჩვენ ვნახეთ აცტილენის გამოყოფის დასაწყისის მომენტის მცირედი აჩქარება ($t=0,65$, $p>0,5$). ინტენსიურად მისი გამოყოფის შეგვიანება ($t=1,87$, $p=0,05$) და დამთავრების აჩქარება (14,5). კლინიკური გაჯანსაღება აგვიანებდა ჯანმრთელებთან შედარებით გამოყოფის დასაწყისისა და ინტენსიუობის მომენტებს (4,0 და 4,05), ხოლო დამთავრების მომენტი მიდრეკილებას იძლეოდა ნორმალიზაციისაკენ ($t=-1,84$, $p<0,05$). ეთერის რექტალური დრო დაავადების დასაწყისში აჩქარებული იყო (5,69), ხოლო კლინიკური გაჯანსაღებისას — შეგვიანებული (3,59).

დრო „კუჭი—შარდი“ მეთილენის ლილისათვის დაავადების პირველ დღეებში აჩქარებული იყო (20,0), ხოლო კლინიკური გაჯანსაღებისას — შეგვიანებული (4,81). დრო „12-გოჯა—შარდი“ არ გამოგვიკვლევია. დრო „სწორი ნაწლავი—შარდი“ აჩქარებული იყო დასაწყისში (29,8) და შეგვიანებული — გაჯანსაღებისას (3,7). დრო „ვენა—შარდი“ მცირედ აჩქარებული აღმოჩნდა დასაწყისში ($t=1,4$, $p=0,1-0,2$). გაჯანსაღებისას კი იგი ნორმალიზდებოდა ($t=0,8$, $p>0,5$).

ამრიგად, მწვავე დიზენტერიის დროს ზოგადი პორტალური ჰემოციკულაცია აჩქარებულად უნდა ჩაითვალოს, კლინიკური გაჯანსაღებისას კი მის შენელებას (ნორმალიზაციას) უნდა ჰქონდეს ადგილი.

საკუთრივ პორტალური ჰემოციკულაციის მდგომარეობაზე, ისე როგორც ნივთიერებათა კუჭიდან 12-გოჯაში გადასვლაზე ჩვენ ვერ ვილაპარაკებთ, რადგან დრო „12-გოჯა—შარდი“ არ გამოგვიკვლევია. მაგრამ, რადგან მეზენტერიულ-პორტალური დრო დასაწყისში 13,27 წუთს უდრიდა, რაც ჯანმრთელების დროსთან შედარებით აჩქარებულია 5,97 წუთით, ხოლო გაჯანსაღებისას იძლეოდა 20,25 წუთს (შეგვიანება—1 წუთი), შეიძლება მივუთითოთ საკუთრივ მეზენტერიული დროის აჩქარებაზედაც მწვავე დიზენტერიის მსეულობაში.

მწვავე გასტრიტის, ქრონიკული გასტრიტისა და მწვავე დიზენტერიის დროს მიღებულ საშუალო მონაცემების ურთიერთშედარება გვიჩვენებს აცტილენის გამოყოფის დასაწყისის მეტ შეგვიანებას ქრონიკული გასტრიტის დროს, ვიდრე მწვავე გასტრიტის დროს, ხოლო დიზენტერიის დროს გვიჩვენებს მის აჩქარებასაც.

ეთერის დრო ქრონიკული გასტრიტის დროს შეგვიანებულია, მწვავე გასტრიტის შემთხვევაში — მცირედ შემცირებული, ხოლო დიზენტერიის დროს — აშკარად აჩქარებული. დრო „კუჭი—შარდი“ შემოკლებულია მწვავე გასტრიტის დროს, ქრონიკული გასტრიტის დროს — შეგვიანებული, ხოლო დიზენტერიის დროს — აშკარად აჩქარებული.

დრო „12-გოჯა—შარდი“ მეტად იგვიანებს ქრონიკული გასტრიტის დროს, ვიდრე მწვავე გასტრიტის შემთხვევაში. დრო „სწორი ნაწლავი—შარდი“ აჩქარებულია მწვავე გასტრიტისა და, უფრო მეტად, დიზენტერიის დროს, მაშინ როდესაც ქრონიკული გასტრიტის დროს იგი უცვლელი რჩება ჯანმრთელებთან შედარებით.

დრო „ვენა—შარდი“ არ განსხვავდება ჯანმრთელების დროისაგან ქრონიკული გასტრიტის შემთხვევაში, ტენდენციას იძლევა აჩქარებისაკენ მწვავე გასტრიტისა და დიზენტერიის დროს. კუჭიდან 12-გოჯა ნაწლავში ნივთიერებათა გადასვლა უფრო მეტად იგვიანებს ქრონიკული გასტრიტის დროს, ვიდრე მწვავე გასტრიტის დროს. საკუთრივ პორტალური ცირკულაციის დრო მეტად იგვიანებს ქრონიკული გასტრიტის შემთხვევაში, ვიდრე მწვავე გასტრიტის შემთხვევაში. მეზენტერიულ-პორტალური ცირკულაცია აჩქარებულია მწვავე გასტრიტისა და მით უფრო მწვავე დიზენტერიის დროს, მაშინ როდესაც ქრონიკული გასტრიტის შემთხვევაში იგი შეიძლება მცირედ შეგვიანებულიც აღმოჩნდეს.

საკუთრივ მეზენტერიული ჰემოცირკულაცია აჩქარებულია მწვავე გასტრიტის დროს, მაგრამ უფრო მეტად ქრონიკული გასტრიტის დროს. მეზენტერიულ-პორტალური ჰემოცირკულაციის დრო უფრო მეტი შეგვიანების ხარისხს გვაძლევს მწვავე დიზენტერიის შემთხვევაში. რადგან მეზენტერიულ-პორტალური დროის აჩქარების ხარისხი მწვავე დიზენტერიის დროს მკვეთრად ჭარბობს მწვავე გასტრიტის შემთხვევაში მიღებული აჩქარების ხარისხს, ხოლო მწვავე გასტრიტის დროს ადგილი აქვს საკუთრივ მეზენტერიულ დროის აჩქარებას, უნდა ვიფიქროთ, რომ მწვავე დიზენტერიის დროს უკანასკნელი მეტად უნდა იყოს აჩქარებული.

დასკვნები

1. კუჭ-ნაწლავის მწვავე დაზიანებანი (მწვავე გასტრიტი და განსაკუთრებით მწვავე დიზენტერია) იწვევს პორტალური ჰემოცირკულაციის აჩქარებას, განსაკუთრებით მეზენტერიული ვენის მიდამოში, ვიდრე საკუთრივ პორტალური ღეროს არეში;

2. ქრონიკული გასტრიტის შემთხვევაში ადგილი აქვს პორტალური ჰემოცირკულაციის შეგვიანებას. კუჭის წვენის მუავიანობის ხარისხი არ მოქმედებს ამ შეგვიანების ხარისხზე;

3. კუჭიდან 12-გოჯა ნაწლავში ნივთიერებათა გადასვლა აჩქარებულია მწვავე გასტრიტის დროს; ქრონიკული გასტრიტის დროს კი იგი შეგვიანებულია (მეტწილად ჰიპერაციდული მდგომარეობის დროს).

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო
ინსტიტუტი

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

შ. ი. გუგეშავილი, გ. მ. მოლოდინაშვილი

СКОРОСТЬ ПОРТАЛЬНОГО КРОВОТОКА ПРИ
ОСТРЫХ И ХРОНИЧЕСКИХ ПОРАЖЕНИЯХ
ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА

Резюме

Исследовано время выделения с выдыхаемым воздухом вводимшегося в двенадцатиперстную кишку апетилена, эфирное время „прямая кишка — легкие“ и время выделения в мочевиной пузырь метиленовой сини, вводимшейся в желудок, двенадцатиперстную кишку, прямую кишку и локтевую вену. По разности времени в последних определялось время собственно портальной и собственно мезентериальной гемоциркуляции. Под наблюдением находилось 133 больных острым и хроническим гастритом, а также острой дизентерией.

Найдено, что при острых поражениях желудочно-кишечного тракта (при остром гастрите и особенно при острой дизентерии) портальная гемоциркуляция ускорена, особенно в области мезентериальной вены, по сравнению с областью собственно портального ствола. Хронические гастриты дают замедление портальной циркуляции, причем степень кислотности желудочного сока не влияет на степень замедления ее. Переход веществ из желудка в двенадцатиперстную кишку ускорен при остром гастрите, а при хроническом замедлен, притом больше при гиперацидном состоянии.

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

Д. С. КАКИАШВИЛИ

БАЛЛИСТОКАРДИОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИЦ
ПРЕСТАРЕЛОГО ВОЗРАСТА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 20.1.1965)

Метод баллистокардиографического исследования в настоящее время широко внедряется в клиническую практику. С его помощью возможен анализ гемодинамической функции сердца. Так, методом прямой баллистокардиограммы можно получить сведения о силе и скорости выбрасывания крови желудочками в большие артериальные стволы. Кроме того, изменение баллистокардиографической кривой позволяет улавливать изменения сократительной способности миокарда [1—8].

Литература по вопросу о том, как изменяется форма баллистокардиографической кривой с возрастом весьма ограничена.

Нами была поставлена цель изучить изменение сократительной способности миокарда с помощью баллистокардиограммы у престарелых лиц Абхазии, издавна славящейся долголетием своих жителей.

С этой целью мы обследовали 67 человек в возрасте от 80 до 116 лет, независимо от состояния их здоровья. Среди обследованных нами лиц мужчин было 46, женщин—21; в возрасте от 80 до 89 лет — 47 человек, от 91 до 99 лет—16, от 100 до 116 лет—4.

Наряду с лицами престарелого возраста, нами была обследована контрольная группа из 10 человек в возрасте от 30 до 50 лет; из них — 6 мужчин и 4 женщины.

Баллистокардиограмма регистрировалась при помощи электромагнитного датчика типа Дока—Парина, подключенного к электрокардиографическому аппарату „Minivar“.

Исследование проводилось по общепринятой методике. Запись баллистокардиограммы производилась при ровном дыхании, затем на высоте глубокого вдоха и выдоха. У всех обследованных баллистокардиограмма записывалась как в покое, так и после физической нагрузки (10—15 приседаний в течение 1,5—2 минут).

Среди обследованных нами лиц баллистокардиограмма 0 степени по классификации Броуна [8] выявлена у 10 человек; I степени—у 22, II степени — у 22, III степени — у 9 и IV степени — у 4.

Таким образом, среди обследованных стариков баллистокардиограммы были нормальными и с небольшими изменениями за счет экстракардиальных факторов у 32 обследованных, с изменениями II степени по Броуну—у 22 и III—IV степени—у 13. Эти данные свидетельствуют о выраженных нарушениях сократительной функции миокарда.

Работами Р. Теймора [9], Л. Клингхофера и др. [10] установлено, что у больных с коронарным склерозом баллистокардиограмма после нагрузки претерпевает значительные изменения. Анализ баллистокардиографических исследований нашего материала после нагрузки дан в таблице, из которой явствует, что баллистокардиограмма 0 степени, имевшая место у 10 человек, после нагрузки у 5 осталась неизменной, у 2 перешла в I, у 2 — во II и у 1 — в III степень.

Изменения баллистокардиограммы после нагрузки

Степень по Броуну	Число лиц	Степень по Броуну и число лиц после нагрузки				
		до нагрузки	0	I	II	III
0	10	5	2	2	1	—
I	22	—	10	10	2	—
II	22	—	—	14	8	—
III	9	—	—	3	2	4
IV	4	—	—	—	—	4
Всего	67	5	12	29	13	8
Контрольная группа						
0	8	8	—	—	—	—
1	2	2	—	—	—	—

Баллистокардиограмма I степени зарегистрированная у 22 обследованных, после нагрузки у 10 осталась неизменной, а у 12 перешла во II и III степень.

Баллистокардиограмма II степени, отмеченная до нагрузки у 22 человек, у 14 осталась неизменной, а у 8 приобрела форму III степени.

Баллистокардиограмма III степени, имевшая место у 9 стариков, после нагрузки у 2 осталась неизменной, у 3 перешла во II степень и у 4 — в IV.

У всех 10 человек контрольной группы (в возрасте 30—50 лет), имевших баллистокардиограмму 0 и I степени, исходная степень ее после применения физической нагрузки не изменилась. Результаты анализа баллистокардиограммы до и после нагрузки показывают, что влияние нагрузки сказывалось различно. При этом выделились три типа реакции со стороны миокарда.

К первому типу относятся старики, у которых физическая нагрузка являлась адекватным раздражителем для организма и, в частности, для сердечно-сосудистой системы. У них в силу большой компенсаторной способности организма миокард проявлял функциональную полноценность с улучшением показателей баллистокардиограммы, с переходом с III степени во II.

Ко второму типу реакции относятся старики, у которых после нагрузки мышца сердца удовлетворительно справлялась с новыми условиями и баллистокардиограмма сохраняла прежнюю конфигурацию.

К третьему типу реакции относятся лица, у которых после нагрузки значительно уменьшались волны баллистокардиограммы, ухудшались ее показатели. Эта реакция указывала на уменьшение ударной силы сердца после нагрузки.

Среди обследованных нами лиц первый тип реакции наблюдался у 3 человек.

У 31 обследованного баллистокардиограмма не изменила свою конфигурацию. Следовательно, у них сохранилась сократительная функция миокарда.

У 29 человек после физической нагрузки изменилась (ухудшилась) форма баллистокардиограммы, что свидетельствует об угнетении после нагрузки пропульсивной функции сердца, возможно, связанной с функциональной неполноценностью коронарных сосудов или с коронаросклерозом. Следует отметить, что для сердца престарелого возраста прежде всего характерна недостаточная способность приспособления к физической нагрузке.

Сухумская городская больница

(Поступило в редакцию 20.1.1965)

კლინიკური მდივანი

დ. ბაკიაშვილი

მოხუცთა ბალისტოკარდიოგრაფიული გამოკვლევა

რ ე ბ ი შ ე მ ე

ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა მოხუცთა მიოკარდის შეკუმშვითი უნარიანობა ბალისტოკარდიოგრამის დახმარებით. ამისათვის შევესწავლეთ 67 მოხუცი 80-დან 116 წლის ასაკამდე, მიუხედავად მათი ჯანმრთელობის მდგომარეობისა. მოხუცებთან ერთად ჩვენ მიერ შესწავლილ იქნა აგრეთვე საკონტროლო ჯგუფი — 10 კაცი, 30 — 50 წლის ასაკისა.

აღმოჩნდა, რომ ჩვენ მიერ შესწავლილ მოხუცთა შორის 32 შემთხვევაში ბალისტოკარდიოგრამები იყო ნორმალური და მცირე ცვლილებებით ექსტრაკარდიონალური ფაქტორების ხარჯზე; 22 მოხუცს აღმოაჩნდა მეორე ხარისხის ბალისტოკარდიოგრამის ცვლილებები ბროუნის მიხედვით; 13-ს — მესამე-მეოთხე ხარისხის ბალისტოკარდიოგრამის ცვლილებები, რაც მოწმობს მიოკარდის შეკუმშვითი ფუნქციის აშკარად გამოხატულ დარღვევებს.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Парин. Баллистокардиография и ее значение в клинике. Клиническая медицина, № 6, 1956, 12—23.
2. В. В. Парин и А. В. Мареев. Значение баллистокардиографического метода исследования при коронарной недостаточности и при инфарктах миокарда. В кн.: «Атеросклероз и коронарная недостаточность». М., 1956, 235—248.

3. А. И. Гефтер, А. П. Матусова, С. С. Белоусов. К вопросу о диагностической и прогностической ценности баллистокардиограммы при коронарной недостаточности. Терапевтический архив, т. 29, в. 7, 1957, 26—31.
4. И. Ф. Кононенко и Н. И. Штельмах. Баллистокардиографические изменения при коронарной недостаточности. Тез. докл. 7 съезда терапевтов УССР, Киев, 1957, 11.
5. Линь-чен. Динамика баллистокардиограммы и электрокардиограммы у больных гипертонической болезнью. Клиническая медицина, № 9, 1957, 124—131.
6. J. Starr. Essau on the Ballistocardiogramm. JAMA, vol. 155, 1954, 1413.
7. В. Бок, Г. Мандельбаум, Р. Мандельбаум. Баллистокардиография. М., 1956.
8. H. Brown, V. de Lalla, M. Epstein, M. Hoffman. Chlnical ballistocardiography. New-York, 1952.
9. R. Taumog a. oth. The Ballistocardiogramm in coronary artery disease. JAMA, vol. 148. 6, 1952, 419.
10. L. Klinghofer, E. Newet, G. Uilagi, A. Gavid a. oth. Ballistocardiographie in der Differenzierung organischen und nervöser Herzleiden. Ltscher-Ges inn. Med., Bd. 12, 1957, 419.

ზ. ჩაჩუა

ჰემოპოეტინები და პერიფერიული სისხლის ცვლილებები კუჭის წყლულოვანი დაავადების დროს

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. ტატიშვილმა 16.9.1965)

მედიცინის განვითარების თანამედროვე ეტაპზე კლინიკურ ჰემატოლოგიაში, მიუხედავად გარკვეული წარმატებებისა, ჯერ კიდევ მრავალი გადაუჭრელი პრობლემაა. ამ პრობლემების გადაჭრის გზაზე ერთ-ერთ ძნელად გადასალახავ ბარიერს აღამიანის ორგანიზმში სისხლის წარმოშობის პროცესის, როგორც ფიზიოლოგიური აქტის, არასრულყოფილი ცოდნა წარმოადგენს.

ჰემოპოეტის არსის ამოხსნის საქმეში ამ უკანასკნელ წლებში მკვლევართა ყურადღება თანდათან უფრო მეტად ეთმობა მოძღვრებას ჰემოპოეტინების — ჰემოპოეტის ენდოგენური სტიმულატორების შესახებ, რომელსაც ჯერ კიდევ 1906 წელს ჩაუყარეს საფუძველი ფრანგმა მკვლევარებმა კარნომ და დეფლანდრმა.

კარნოს და დეფლანდრის ბიოლოგიური ექსპერიმენტები მდგომარეობდა შემდეგში: მათ ჯანმრთელი კურდღლების კანქვეშ ან ვენაში შეჰყავდათ წინასწარ სისხლის გამოშვებით ანემიზირებული კურდღლების შრავტი 5—9 მ. ლ. რაოდენობით, რითაც აღწევდნენ კარგ ჰემოპოეტურ ეფექტს: სამი დღის განმავლობაში ინტაქტური კურდღლის პერიფერიულ სისხლში საგრძნობლად მატულობდა ერითროციტების რაოდენობა (საშუალოდ 2—3 მლნ-ით. 1 მმ³-ში), ამასთან ვითარდებოდა ჭეშმარიტი ერითროციტოზი, ვინაიდან პერიფერიულ სისხლში ერითროციტების რაოდენობის მომატებასთან ერთად აღინიშნებოდა აგრეთვე ძვლის ტვინის წითელი ღეროს პიპერლაზია. ჰემოპოეტურ ნივთიერებას, რომელიც გამოიშვებოდა ანემიზირებული ცხოველის ორგანიზმში, კარნომ და დეფლანდრმა ჰემოპოეტინები უწოდეს.

გარკვეული წარმატებების მიუხედავად (ნ. ფეოდოროვი, მ. კახეთელიძე, ა. იაროშევსკი, ს. შეხტერი, ი. უქანსკი, ქ. კანდელაკი, ა. ვოლჟსკაია, ჯეკობსონი, პლზაკი, ვან დეიკი, ხოჯსონი, ტოვა, გოლდვასერი, კურატოვსკაია და სხვები) დღესდღეობით მოძღვრება ჰემოპოეტინებზე წარმოადგენს მედიცინის ერთ-ერთ ყველაზე ნაკლებად შესწავლილ დარგს; კერძოდ, არადაამაკმაყოფილებლად შესწავლილი საკითხები ჰემოპოეტინების სტრუქტურული რაობის, ორგანიზმში მათი წარმოშობის ადგილის, მოქმედების მექანიზმის, პრაქტიკულ მედიცინაში მათი გამოყენების შესახებ და სხვა, ჩამოთვლილ საკითხთა ყოველმხრივი ექს-

პერიმენტული დამუშავება აუცილებელ პირობას წარმოადგენს კლინიკური ჰემატოლოგიის შემდგომი განვითარებისათვის.

სამედიცინო მეცნიერების განვითარების დღევანდელ ეტაპზე კარგადაა ცნობილი ადამიანის კუჭის გარკვეული პათოგენური კავშირი სისხლის წარმოშობის პროცესთან. თუ ამ დებულებასთან ერთად მხედველობაში მივიღებთ ავტორთა ერთი ჯგუფის (ნ. ფედოროვი, მ. კახეთელიძე) გამოკვლევებს იმის შესახებ, რომ ჰემოპოეტინების გამომუშავების ადგილს ადამიანის ორგანიზმში წარმოადგენს კუჭი, მაშინ ბუნებრივად წამოიჭრება საკითხი ჰემოპოეტინების მნიშვნელობის შესახებ კუჭის სისხლმზადი ფუნქციისათვის. ამ თვალსაზრისით გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენს სისხლის ცვლილებებისა და ჰემოპოეტინების შესწავლა კუჭის სხვადასხვა დაავადებების დროს.

ჩვენ მიზნად დავისახეთ პერიფერიული სისხლის ცვლილებებისა და ჰემოპოეტინების რაოდენობრივი შემადგენლობის შესწავლა კუჭის წყლულოვანი დაავადების დროს.

ამ მიზნით დაკვირვებას ვაწარმოებდით კუჭის წყლულოვანი დაავადებით შეპყრობილ 22 ავადმყოფზე. შესწავლილ იქნა ამ ავადმყოფთა პერიფერიული სისხლის მაჩვენებლები (ჰემოგლობინი, ერითროციტები, ფერადობის მაჩვენებელი, ლეიკოციტები, ლეიკოციტური ფორმულა, ერითროციტების დალექვის რეაქცია, თრომბოციტები, რეტიკულოციტები), კუჭის წვენის მკავიანობა (საერთო სიმკავე და თავისუფალი მარილმკავე), კუჭის რენტგენოსკოპიის მონაცემები და სისხლსა და კუჭის წვენში ჰემოპოეტინების რაოდენობრივი შემადგენლობა. პარალელურად იგივე მონაცემები შესწავლილ იქნა საკონტროლო ჯგუფში, რომელიც შედგებოდა 18 დონორისაგან.

შესწავლილ ავადმყოფთა შორის მამაკაცი იყო 18, ქალი—4; ასაკის მიხედვით: 20 წლამდე (ჩათვლით)—4 ავადმყოფი, 21-დან 30 წლამდე—8, 31-დან 40 წლამდე—6, 41-დან 50 წლამდე—3, 50-დან 60 წლამდე—1; დაავადების ხანგრძლივობის მიხედვით: 1 წლამდე (ჩათვლით) ხანგრძლივობა აღენიშნებოდა 6 ავადმყოფს, 1-დან 2 წლამდე—8, 2-დან 3 წლამდე—4, 3-დან 5 წლამდე 3, 5-დან 10 წლამდე—1 ავადმყოფს.

შესწავლილ ავადმყოფთაგან 20-ს წყლულოვანი დაავადების დიაგნოზი დაუდასტურდა კუჭის სხვადასხვა ლოკალიზაციის (უმთავრესად მცირე სიმრუდესზე) ნიშის არსებობით. 2 შემთხვევაში დიაგნოზი დაისვა კლინიკურად.

ჰემოპოეტინების განსაზღვრა როგორც სისხლში, ისე კუჭის წვენში ხდებოდა მ. გ. კახეთელიძის მიერ მოწოდებული ქსოვილოვანი კულტურის მეთოდით, რომელიც იძლევა ჰემოპოეტინების რაოდენობრივი განსაზღვრის საშუალებას და რომელიც დღეს დღეობით ითვლება ჰემოპოეტინების განსაზღვრის სხვა მეთოდებს შორის ყველაზე უფრო სრულყოფილ მეთოდად.

მასალების დამუშავების შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში.

მოყვანილი ცხრილიდან ჩანს, რომ კუჭის წყლულოვანი დაავადების შემთხვევაში კუჭის წვენი ჰემოპოეტინების რაოდენობა საკონტროლო ჯგუფთან შედარებით საგრძნობლად ნაკლებია, ე. ი. კუჭის ლორწოვანი გარსის პათოლოგიის დროს (როგორც ცნობილია, კუჭის წყლულოვანი დაავადება თითქმის ყო-

ველთვის ხასიათდება ქრონიკული გასტრიტის ნოვლენებით) კუჭის წვენი კუჭის ლორწოვანი გარსის ნორმალურ მდგომარეობასთან შედარებით (დონორებში) ჰემოპოეტინებს უფრო ნაკლები რაოდენობით შეიცავს. ეს გარემოება გვაფიქრებინებს, რომ ჰემოპოეტინების (ან მათი რომელიმე კომპონენტის) წარმოშობის ერთ-ერთ ადგილს ადამიანის ორგანიზმში წარმოადგენს კუჭის ლორწოვანი გარსი, რომელიც პათოლოგიის შემთხვევაში ამ პროდუქტებს გამოიმუშავებს უფრო ნაკლები რაოდენობით, რა თქმა უნდა, ეს მოსაზრება არ გამოირიცხავს იმ შესაძლებლობას, რომ ჰემოპოეტინების (ან მათი რომელიმე კომპონენტის) წარმოშობის ადგილს, გარდა კუჭის ლორწოვანისა, წარმოადგენს აგრეთვე სხვა ორგანოებიც. ამ უკანასკნელი შეხედულების დამადასტურებელ არგუმენტად გამოდგება ის გარემოება, რომ კუჭის წყლულოვანი დაავადების დროს ჰემოპოეტინების რაოდენობა სისხლში საკონტროლო ჯგუფთან შედარებით არ კლებულობს; უნდა ვიფიქროთ, რომ ასეთ პირობებში გარკვეული კომპენსაციის სახით სისხლში გადადის სხვა ორგანოებში წარმოშობილი ჰემოპოეტინების მომატებული რაოდენობა.

ცხრილი

გამოკვლეულ პირთა კონტიგენტი	შესთხვევითი რაოდენობა	ჰემოპოეტინი (ერთეულებში)	ერთობლივები	კუჭის წვენის მეთაინობა		ჰემოპოეტინები	
				საერთო სიმძეაე	თავისუფალი მარილმეცაე	სისხლში	კ/წვენიში
დონორები	18	83	4512000	51	29	+11	+15
კუჭის წყლულოვანი დაავადება	22	86	4678000	88	57	+11	+ 8

გარდა აღნიშნულისა, ცხრილიდან ჩანს, რომ ჰემოპოეტინების რაოდენობის გამოხატული შემცირება კუჭის წვენში არ იწვევს პერიფერიულ სისხლში ჰემოგლობინისა და ერითროციტების რაოდენობის შემცირებას; პირიქით, პერიფერიული სისხლის ეს კომპონენტები კუჭის წყლულოვანი დაავადების დროს რაოდენობრივად რამდენადმე მატულობს კიდევ, როგორც ჩანს, სისხლში ჰემოპოეტინების რაოდენობის საკონტროლო ჯგუფთან შედარებით თანაბარი დონე, ადამიანის ორგანიზმის სხვა სისხლმზად ფაქტორებთან ერთად, უზარუნველყოფს სისხლის ერითროციტული შემადგენლობის ნორმალურ პოეზს.

დასკვნები

1. კუჭის წყლულოვანი დაავადების დროს ჰემოპოეტინების რაოდენობა, ჯანმრთელ ორგანიზმთან შედარებით, კუჭის წვენში ნაკლებია, ხოლო სისხლში თანაბარია.

2. კუჭის წვენი ჰემოპოეტინების რაოდენობის გამოხატული შემცირება კუჭის წყლულოვანი დაავადების დროს არ ახდენს უარყოფით გავლენას პერიფერიული სისხლის ერთროციტული შემადგენლობის რაოდენობრივ მდგომარეობაზე.

ექიმთა დახელოვნების
 თბილისის სახელმწიფო
 ინსტიტუტი

(რედაქციას მიუვცია 16.9.1965)

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

З. М. ЧАЧУА

ГЕМОПОЭТИНЫ И ИЗМЕНЕНИЯ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ ПРИ ЯЗВЕННОЙ БОЛЕЗНИ ЖЕЛУДКА

Резюме

В последнее время среди исследователей-гематологов, как советских, так и зарубежных, все большую популярность приобретает учение о гемопоэтинах — эндогенных стимуляторах кроветворения. Но, наряду с несомненными научными успехами в этой области, целый ряд проблем, касающихся гемопоэтинов, все еще требует дальнейшей экспериментальной разработки. Среди них большой научный интерес представляет вопрос о роли желудка в регуляции гемопоэтинов.

С целью дальнейшего изучения этого вопроса нами проведены наблюдения над 22 больными язвенной болезнью желудка; были изучены показатели периферической крови, кислотность желудочного сока, данные рентгеноскопии желудка и количественное содержание гемопоэтинов в крови и желудочном соке (по методу тканевой культуры, предложенному М. Г. Кахетелидзе). Параллельно те же данные были изучены и в контрольной группе, состоящей из 12 доноров.

На основании анализа данных наблюдения мы пришли к выводу, что при язвенной болезни желудка количество гемопоэтинов уменьшается по отношению к группе здоровых в желудочном соке, в крови же оно остается на уровне контрольной группы. Кроме того, при сравнительной оценке количества гемопоэтинов в желудочном соке и количества гемоглобина и эритроцитов в периферической крови было выявлено, что уменьшение количества гемопоэтинов в желудочном соке не влияет отрицательно на количественные показатели эритроцитарного состава периферической крови.

დათარღიებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. П. М. Альперн, Г. П. Винокурова, Р. И. Родина. Гемопоэтическая активность сыворотки доноров. Тезисы докладов VII конференции патофизиологов Урала, 1964.

2. А. М. Волжская. О гемопоэтических свойствах желудочного сока при язвенной болезни и влияние на них ганглиоблокаторов. Тер. архив., т. XXXVI, № 6, 1964, 45—60.
3. А. М. Волжская. Сопоставление гемопоэтической активности желудочного сока и сыворотки при некоторых заболеваниях желудочно-кишечного тракта. Тезисы докладов VII конференции патофизиологов Урала, 1964.
4. М. Г. Кахетелидзе. Экспериментально-патологические исследования гемопоэтического фактора с помощью нового метода. Автореферат, М., 1952.
5. М. Г. Кахетелидзе, Н. А. Федоров. О гемопоэтическом факторе желудка. Пат. физиология и экспериментальная терапия, № 1, 1961, 14—23.
6. Р. А. Лившиц. О содержании антианемического фактора в желудочном содержимом при заболеваниях желудка и при анемиях. Л., 1949.
7. Д. В. Попель. Состояние поэза антианемического вещества при хронических гастритах и язвенной болезни (желудка и двенадцатиперстной кишки). Труды Военно-медицинской ордена Ленина академии им. С. М. Кирова, т. 75, 1957, стр. 110—123.
8. Н. А. Федоров, М. Г. Кахетелидзе, И. К. Корякина. О месте образования гемопоэтических веществ. Проблемы гематологии и переливания крови, № 3, 1960, 17—21.
9. Н. А. Федоров, М. Г. Кахетелидзе. Экспериментальное изучение гемопоэтического фактора желудка и крови. Патофизиология и экспериментальная медицина, 1960.
10. Н. А. Федоров, Е. Г. Кахетелидзе. О роли различных внутренних органов в образовании гемопоэтинов. Тезисы докладов VII конференции патофизиологов Урала, 1964.
11. А. Я. Ярошевский, С. Ю. Шехтер. Гемопоэтины (эритропоэтины) плазмы (обзор иностранной литературы). Проблемы гематологии и переливания крови, № 3, 1959, 41—48.
12. А. Я. Ярошевский. Эндогенные стимуляторы кроветворения (эритропоэтины). Изд. АН СССР, 1963.



ისტორია

ი. ტაბაღაძე

საქართველო-საფრანგეთის ურთიერთობის ისტორიიდან
 XVIII საუკუნის დასაწყისში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. მელიქიშვილმა 5.11.1965)

XVII საუკუნის ბოლოსა და განსაკუთრებით XVIII საუკუნის დასაწყისში დასავლეთ ევროპის ზოგიერთი ქვეყანა (კერძოდ, საფრანგეთი) აქტიურ ყურადღებას იჩენს საქართველოს მიმართ. საქართველოსა და ირანში მყოფი კათოლიკე მისიონერები სისტემატურად აწვდიან ცნობებს საქართველოს შესახებ თავიანთ ქვეყნებს. ეს კათოლიკე მისიონერები დაკავშირებული იყვნენ საქართველოს შეფეხვთან და ქვეყნის სხვა გამოჩენილ პირებთან.

დასავლეთ ევროპის ქვეყნებთან საქართველოს კავშირის ზრდაზე მიუთითებს ის აქტიური მიწერ-მოწერა, რომელსაც აღვილი ჰქონდა XVII საუკუნის მეორე ნახევარსა და XVIII საუკუნის დასაწყისში საქართველოსა და დასავლეთ ევროპის ქვეყნების იმდროინდელ ხელმძღვანელებს შორის.

ცნობილია, მაგალითად, ვანტანგ VI-ის წერილი, რომელიც მან გაუგზავნა 1707 წელს საფრანგეთის ელჩს კონსტანტინოპოლში მარკიზ დე ფერიოლს. ვანტანგის ამ წერილში მოხსენიებულია ფრანგი ქალი — მარი პეტი. ჩვენ მოკლედ შევიჩრდებით ამ პიროვნებაზე.

საფრანგეთის მეფემ ლუი XIV-მ 1704 წელს თავის საგანგებო დესპანად ირანში დანიშნა ჟან-ბატისტ ფაბრი. ფაბრი მისი საელჩოს სხვა წევრებთან ერთად (მდივანი პიერ ანდრე დიუბოე, მხატვარი ჟან ყირო, ამ უკანასკნელის ძმა, ინჟინერი ყირო და სხვ.) 1705 წლის თებერვალში გაემგზავრა მარსელიდან ისფაჰანში.

ჟ.-ბ. ფაბრთან ერთად ირანში გაემგზავრა „ლამაზი და განათლებული“ ქალი მარი პეტი დე მულენი (1665—1720), რომელიც იმ პერიოდში პარიზში მარსელინის ჟურნალ ფლოზდა „საეჭვო სახლს“. მარი პეტი პარიზიდან მარსელში გაჰყვა ფაბრს, ხოლო მარსელში მასთან ერთად „მამაკაცის ტანისამოსში გადაცმული ჩაჯა გემში, რომელმაც ის ჩაიყვანა ალეპოში (იხ. საფრანგეთის საგარეო საქმეთა სამინისტროს არქივი, საქმე „სპარსეთი“, ტ. 2, ფ. 177). მარი პეტის ფაბრი უნდა შეეცილებინა ისფაჰანამდე, სადაც იგი დარჩებოდა ერთ თვეს და მიიღებდა ფაბრისაგან 8 ათას ფრანკს. ამის შესახებ ის წინდაწინ შეუთანხმდა ფაბრს და ხელში ჰქონდა მისი წერილობითი ვალდებულება.

მრავალი თავგადასავლის შემდეგ, რაც გამოწვეული იყო მარი პეტის თავშეუკავებელ ქცევით (ალეპოს დაშმასთან მისი ურთიერთობა და სხვ.), ისინი ლუნძულ სამოსიდან გაემგზავრნენ კონსტანტინოპოლში, „რათა იქიდან ინკოგნიტოდ გადასულიყვნენ სპარსეთში“ (იქვე, ფ. 96 ბ). კონსტანტინოპოლში ფაბრს ელოდებოდა მარკიზ დე ფერიოლი, რომელიც თავის მთავრობას პირდებოდა: „თუ ბატონი ფაბრი გამოჩნდება აქ ან სმირნაში და, თუ ის დაკმაყოფილდება ხუთ-ან ექვსკაციანი ამალით, მე ვცისრულობ გავატარო მისი ამალა ელჩთან ერთად სპარსეთში, ხოლო მისი ამალის სხვა წევრებს შეუძლიათ მიჰყვენ მათ“ (იქ-

ვე, საქმე „თურქეთი“. ტ. 43, ფ. 145). 1706 წლის 26 თებერვალს მარკიზ დე ფერიოლი აცნობებდა ვერსალში, რომ თურქეთის „დიდმა ვეზირმა უკვე გასცა განკარგულება თურქეთის ტერიტორიაზე ფაბრის ვატარების შესახებ...“

უ.-ბ. ფაბრი მისი ამაღლის ერთი ნაწილით კონსტანტინოპოლიდან არზრუმში ჩავიდა, ხოლო 1706 წლის ივნისში იგი უკვე ერევანშია. აქ ფაბრი „გარდაიცვალა ღამით, დიდი ნადირობის შემდეგ, როგორც ფიქრობენ, ფაშის მიერ მოწამლული“. ფაბრის მოწამლვაში ბრალი მარი პეტისაც ედებოდა, თუმცა საფრანგეთის მინისტრის და სახელმწიფო მდივნის გრაფ დე პონშარტრენისადმი მიწერილ ერთ-ერთ წერილში მარი პეტი უარყოფდა როგორც მის მონაწილეობას ფაბრის მოწამლვაში, ისე საერთოდ ფაბრის მოწამლვას. ის წერდა: „მე ვაცხადებ, რომ ის სრულებითაც არ იყო მოწამლული“ (იქვე, საქმე „სპარსეთი“, ტ. 2, ფ. 120 ბ). ამასთანავე მარი პეტი უარყოფდა მის ინტიმურ კავშირს ერევანის ხანთან. „როგორ შეიძლებოდა მე ცყოფილიყავი ერევანის ხანის საყვარელი, რომელსაც მე ვიცნობდი მხოლოდ საზოგადოებაში და ყველა ფრანგის თანხლებით?!“ — სწერდა ის გრაფ დე პონშარტრენს.

უ.-ბ. ფაბრი კი მისი მოწინააღმდეგეების წერილებსა და ანგარიშებში დახასიათებულია, როგორც გარყვნილი, ათეისტი, რომელიც ეწეოდა თავაშეებულ ცხოვრებას.

ფაბრის გარდაცვალების შემდეგ მარი პეტიმ გადაწყვიტა მისი დიპლომატიური მისიის გაგრძელება. მან თავი გამოაცხადა საფრანგეთის ელჩად და ირანის დედოფალთან წარგზავნილად, ხოლო ერევანის ხანი „მზად იყო ეცნო მარი პეტი საელჩოს მეთაურად“ — ატყობინებდა 1706 წლის 15 დეკემბერს პარიზს მარკიზ დე ფერიოლი.

მარი პეტიმ ერევანის ხანისაგან მიიღო საჭირო თანხები და დააჩქარა ირანის შაჰისათვის განკუთვნილი საჩუქრების ერევანში ჩატანა. ამ საჩუქრებთან ერთად ფაბრის საელჩოს სხვა 9 წევრი კუნძულ სამოსზე დარჩა, როცა ფაბრი ვაემგზავრა კონსტანტინოპოლში. მათი ერთად მგზავრობა არც იყო გათვალისწინებული, რათა არ მიექციათ თურქეთის ხელისუფლების ყურადღება. მიუხედავად ამისა, ისინი მაინც ვერ გადაურჩნენ თურქეთის ტერიტორიაზე თავდასხმებს, ქურდობასა და პატიმრობას. არზრუმში იქაური ფაშის განკარგულებით ისინი დაპატიმრებული იყვნენ 45 დღის განმავლობაში. პატიმრობიდან განთავისუფლების შემდეგ, შეინარჩუნეს რა შაჰის საჩუქრები, ისინი ჩავიდნენ ერევანში.

მარი პეტის თავაშეებულობას არავითარი საზღვარი არ ჰქონდა. მას შეეახება მოუხნდა გარდაცვლილი ფაბრის შვილ იუსტინიანესთან, რომელმაც კინაღამ მოკლა მარი პეტი. იუსტინიანე ერევანის ხანმა დააპატიმრა. სწორედ ამ დროს ჩამოვიდნენ შემოსენებული ფრანგები საჩუქრებით. მათ ძალით გაათავისუფლეს დაპატიმრებული იუსტინიანე. ერევანის ხანმა ეს შეურაცხყოფად მიიღო და ვაგზავნა შეიარაღებული პირები, რათა უკანვე წამოეყვანათ ფაბრის შვილი. მაგრამ ფრანგები არ დაემორჩილნენ ხანის ბრძანებას. ატყდა სროლა, რომლის დროს დაიღუპა ორი ირანელი და ორი სომეხი. საქმეში ჩაერია ფრანგი მისიონერი იეზუიტი წმ. მამა მონიე. მაგრამ იგი კინაღამ მოკლეს ხანის შეიარა-

ღებულმა პირებმა. საქმეს მხოლოდ მარი პეტიმ უწველა, რომელიც ფეხებში ჩაუფარდა ერევნის ხანს და განუცხადა, რომ გადაწყვეტილი აქვს თვითონ მოკვდეს. თუ ხანი მის თხოვნას არ შეასრულებს და არ შეწყვეტს ამ ბრძოლას, მარი პეტის თხოვნამ შეანგლა ხანის რისხვა: „მამა მონიეს სიცოცხლე შეუნარჩუნეს, ყველა ფრანგი ვაათავისუფლეს, ხოლო ფრანგების საქმეები ერევნის სასამართლოს გადასცეს“ (იქვე, საქმე „სპარსეთი“, ტ. 2, ფ. 121 ბ).

მარი პეტის შესახებ ცნობამ ისტაჰანამდე მიაღწია. ამ ამბებით დაინტერესებულმა ირანის შაჰმა ჰუსეინმა ვასცა განკარგულება, რათა მარი პეტი ერევნიდან ისტაჰანაში გაეგზავნათ. მაგრამ, როცა ფაბრის გარდაცვალების შესახებ ცნობა კონსტანტინოპოლში მივიდა, ელჩმა მარკიზ დე ფერიოლმა მის ადგილზე გაგზავნა თავისი საელჩოს თანამშრომელი ლუი მიშელი. იგი ერევანში ჩავიდა ისე, რომ საფრანგეთის მეფის ნდობის სიგელი არ ჰქონია. ამიტომ იგი მოქმედებდა მხოლოდ თავისი გაბედულობით. ლუი მიშელმა მოითხოვა ვალაყათ მისთვის ფაბრის საბუთები და ნივთები, მაგრამ მას მარი პეტის სახით საქმე ჰქონდა ძლიერ მოწინააღმდეგესთან, რომელმაც არაფრად ჩაავადო ლუი მიშელის მოთხოვნა.

მარი პეტისა და ლუი მიშელს შორის გაიმართა ბრძოლა იმისათვის, თუ რომელი უფრო მალე ჩავიდოდა ისტაჰანაში და წარსდგებოდა შაჰის კარზე. მაგრამ აქაც მარი პეტიმ აჯობა ლუი მიშელს. მარი პეტიმ გამოიყენა ყველა საშუალება, რათა პირველი ჩასულიყო ისტაჰანაში. მან ისარგებლა ერევნისა და თავრიზის ხანების მისდამი კარგი განწყობილებით. თავრიზში, ღამით, მარი პეტის თავზე დაადგნენ ლუი მიშელის მომხრეები, მაგრამ მარი პეტის ერთერთი დამცველისაგან ეს შეიტყო თავრიზის ხანმა, რომელმაც „მაშინვე გაგზავნა 200 კაცი თავისი კაიტასა და ქალანთარის მეთაურობით, რათა ხელი შეეშალათ ჩემთვის შეტრაცხყოფა მოეყენებინათო“ — წერდა მარი პეტი (იქვე, ფ. 121).

მარი პეტი ლუი მიშელზე უფრო ადრე ჩავიდა ისტაჰანაში, სადაც კარგად იქნა მიღებული შაჰის კარზე და მიაღწია იმას, რომ დედოფლის აუდიენცია მიეღო. ისტაჰანაში ყოფნის დროს მარი პეტის ხარჯები შაჰის კარმა აიღო თავის თავზე. გარდა ამისა, შაჰ ჰუსეინს მარი პეტისათვის უჩუქებია 600 ეკიუ.

ისტაჰანაში ჩავიდა ლუი მიშელიც, მაგრამ, საფრანგეთის მეფის ნდობის სიგელს მოკლებულმა, ვერ მიაღწია შაჰის კარზე აუდიენციას. მაშინ ლუი მიშელი კვლავ დაბრუნდა ერევანში და მრავალი სიძნელის შემდეგ, 1708 წლის მაისში, მან მიიღო ოფიციალური საბუთი გაეგრძელებინა ე. ბ. ფაბრის დიპლომატიური მისია ირანში, რის შემდეგ ისევ ჩავიდა ისტაჰანაში.

ისტაჰანაში ლუი მიშელი შეეცადა პირველ რიგში თავიდან მოეცილებინა მარი პეტი, რომელიც მას ბევრ უსიამოვნებას აყენებდა ახლაც. ლუი მიშელი ყველა ხერხს მიმართავდა მარი პეტის თავიდან მოსაცილებლად: დაპირება, საჩუქრები, სარეკომენდაციო წერილები საქართველოს მეფე ვახტანგისადმი, კონსტანტინოპოლში საფრანგეთის ელჩის მარკიზ დე ფერიოლისადმი და სხვ.

ირანიდან დაბრუნებაზე მარი პეტიმ იფიქრა მხოლოდ მაშინ, როცა საკმაოდ ისარგებლა იქ თავისი პოპულარობით. საჯარო აუდიენციის დროს ირანის პრემიერ-მინისტრის საშუალებით მარი პეტისათვის შეუთავაზებიათ ირანში დარჩენა, მაგრამ მას უარი უთქვამს ამზე. იგი უკვე მზად იყო საფრანგეთში

დასაბრუნებლად. ამისათვის მან აირჩია გზა საქართველოს გავლით. ასეთი თხოვნით მან მიმართა ირანის პრემიერ-მინისტრს: „მე მას ვთხოვე ვავეში და აღმოჩინა ჩემთვის ის წყალობა, რომ მე წავსულიყავი საქართველოს გავლით, რაზედაც მე ნება დამრთეს შესაბამისი ბრძანებულებებით მთავრებისადმი, რაც მათ შეასრულეს ჩეროვანად“ (იქვე, ფ. 122 ბ). მარი პეტის სარეკომენდაციო წერილი მიჰქონდა მეფე ვახტანგ VI-თან.

საქართველოსკენ მიმავალ მარი პეტის ორი ფრანგი ახლდა თან — კასტელინი და ბორეგარი. ისინი თბილისში ჩავიდნენ 1707 წლის აგვისტოს. თბილისში მარი პეტი მიიღო ვახტანგ VI-მ, თბილისში ყოფნის დროს მარი პეტის ქცევის შესახებ არსებობს ორი აზრი: ზოგიერთი ცნობით იგი თითქმის იქცეოდა უმწიკლოდ, რასაც ადასტურებს 1707 წლის 31 აგვისტოს მისთვის გაცემული საბუთი, რომელსაც ხელს აწერენ კაპუჩინელი მამა ჟოზეფი და ვახტანგ VI-ის თარჯიმანი ნერსესი. სხვა ცნობებით მარი პეტემ თავისი თავაშუვებული საქციელით გააოცა თბილისი. ბოლოს, მან ვახტანგ VI-საგან მიიღო სარეკომენდაციო წერილი საფრანგეთის ელჩ მარკიზ დე ფერიოლისადმი და ვეგმეზავრა თბილისიდან 1707 წლის სექტემბრის ბოლოს.

მარი პეტი ჩავიდა ახალციხეში, სადაც ახალციხის ფაშის მეუღლემ, რომელიც დანიტერესებულა მარი პეტის თავგადასავლით, ესკორტი მისცა მას ტრაპიზონამდე. მარი პეტის ერთ-ერთი წერილიდან ირკვევა, რომ ის ტრაპიზონში დაუბატიმრებიათ და 7 თვეს მჯდარა საპყრობილეში.

1708 წლის 1 აპრილს მარი პეტი კონსტანტინოპოლში ჩავიდა, სადაც რამდენიმე ხანს დარჩა. 1707 წლის 24 სექტემბერს მარკიზ დე ფერიოლი პარიზს ატყობინებდა: „მე არ მინდოდა წარმომედგინა ამ ანგარიშში კვების ხარჯები ხუთი თვის განმავლობაში საქართველოს მეფის დესპანისა, რომელმაც აქამდე მოაცილა ქალბატონი პეტი და ასევე კვების ხარჯები თვითონ ქალბატონისა, მისი მსახურებისა და ყველა იმ ადამიანებისა, რომლებიც ასრულებდნენ ბატონი მიშელის დავალებას და რომლებიც იმყოფებოდნენ სასახლეში ათ თვეზე მეტ ხანს...“ (იქვე, საქმე „თურქეთი“, ტ. 46, ფ. 192—193).

ვინ არის ეს „საქართველოს მეფის დესპანი“? ეს უნდა იყოს ვახტანგ VI-ის მიერ მარკიზ დე ფერიოლისადმი გაგზავნილ წერილში მოხსენიებული ჩვენი-ერთგული და მისიანლო ყმა ნერსესა“.

მარი პეტი მხოლოდ 1709 წლის თებერვალში ჩავიდა მარსელში, სადაც ის მაშინვე დააბატიმრეს საფრანგეთის მეფის, ლუი XIV-ის ბრძანებით და ჩამოართვეს ყველაფერი, რაც კი გააჩნდა, ხოლო მისი საქმე სასამართლოს გადასცეს. 1710 წლის თებერვალში, ვალერებისა და ვაჭრობის ინტენდანტმა მარსელში პიერ დ'ანრუმ მოითხოვა მარი პეტის გასამართლება და დასჯა. მას ბრალად ედებოდა, რომ იგი უნებართვოდ გაჰყვა ე.-ბ. ფაბრს პარიზიდან მარსელში, იქ მამაკაცის ტანისამოსში გადაცმული ჩაქდა გეში მასთან ერთად და ჩავიდა ალუბოში, „სადაც, ასევე ყველა სხვა ადგილებში, სადაც მან გაიარა, მისმა ქცევამ, დიდად შეარცხვინა სარწმუნოება და ერი“ (იქვე, საქმე „სპარსეთი“, ტ. 2, ფ. 177); რომ მან ფაბრის გარდაცვალების შემდეგ მიიტაცა შაჰისათვის განკუთვნილი საჩუქრების ნაწილი, რის გამოც ლუი მიწელი იძულებულ-

ლი გახდა ეყიდა და შეევესო იგი ახალი ნივთებით; რომ მარი პეტიმ ამოაცალა წერილები ფაბრს „მასთან მისი თავისუფალი ქცევის დროს“ და სხვ. მაგრამ მარი პეტე თავს დამნაშავედ არ ცნობდა.

მარსელში მარი პეტემ წარადგინა ვახტანგ VI-ის სარეკომენდაციო წერილი, თითქოს დაწერილი თვითონ ვახტანგის მიერ ლუი XIV-ისადმი. ეს წერილი გახდა მსჯელობის საგანი, მაგრამ მარი პეტის მოწინააღმდეგეებმა იგი არ ჩასთვალეს ნამდვილად ვახტანგ მეფის მიერ დაწერილად და მარი პეტის საზიზღარი ფალსიფიკატორი უწოდეს. საქმე ის იყო, რომ მარი პეტემ ვერ შეძლო ვახტანგის წერილის ორიგინალის წარდგენა, არამედ წარადგინა უბრალო პირი და ისიც უცნაური შინაარსისა.

ვახტანგის ეს წერილი იმ სახით (ფრანგულ ენაზე), როგორცაც ის ინახება საფრანგეთის საგარეო საქმეთა სამინისტროს არქივში, პირველად გამოაქვეყნა აკად. მ. ბროსემ კომენტარებით. თუმცა ამ წერილის სათაურია „საქართველოს მეფის მიერ საფრანგეთის მეფისადმი მიწერილი წერილის თარგმანი“, მაგრამ მისი ქართული ტექსტი არც აკად. მ. ბროსეს უნახავს და საერთოდ, დღემდე არაა ცნობილი. ალბათ ის არც არსებობს.

საქმე ის არის, რომ მარი პეტემ საკმაოდ გახმაურებული თავგადასავლის შემდეგ, სარეკომენდაციო წერილი გამოართვა ვახტანგ VI-ს, რათა საფრანგეთის ხელისუფლების წინაშე შეემსუბუქებინა თავისი მდგომარეობა, მაგრამ ეს წერილი იყო ელჩის მარკიზ დე ფერიოლის სახელზე. ეტყობა მარი პეტემ საკმარისად არ მიაჩნია ეს წერილი და გადაწყვიტა, ამ წერილის საფუძველზე თვითონ შეედგინა მეორე წერილი ვახტანგის სახელით მეფე ლუი XIV-ისადმი და მას დაარქვა „საქართველოს მეფის მიერ საფრანგეთის მეფისადმი მიწერილი წერილის თარგმანი“. ალბათ ასე შეიქმნა მარი პეტის მიერ მარსელში წარდგენილი ვახტანგის წერილი.

ამრიგად, ეს წერილი ვახტანგ VI-ს არ ეკუთვნის. ეს ჯერ კიდევ აკად. მ. ბროსემ შენიშნა. იგი ამის შესახებ შემდეგ აზრს გამოსთქვამს: „ან საქართველოს მეფემ საფრანგეთის მეფეს მისწერა წერილი, რომელიც დაიკარგა, ხოლო ამ შემთხვევაში ის შინაარსის მიხედვით იქნებოდა მსგავსი წერილისა, რომელიც გაეგზავნა მარკიზ დე ფერიოლს, ან უფრო სწორად, მარი პეტემ, რათა მოეხდინა დიდი შთაბეჭდილება, გადაწყვიტა ეთქვა, რომ წერილი, რომლის მატარებელიც თვითონ იყო, მიწერილი იყო ვახტანგის მიერ ლუი XIV-ისადმი“.

აკად. მ. ბროსეს ეს უკანასკნელი აზრი უფრო სწორია და მისაღები. მარი პეტემ თვითონ შეადგინა ეს წერილი, რის გამოც დაირღვა ვახტანგის სტილი და გაჩნდა რამდენიმე გაუგებრობა. სხვას რომ თავი დავანებოთ, როგორ შეიძლება ბოლო ვახტანგ მეფეს თავისი ქვეყნისათვის ეწოდებინა ზარბაზოსული ქვეყანა? ან კიდევ: ვახტანგ VI-ს მარი პეტის შესახებ ცალკე წერილი რომ მიეწერა ლუი XIV-სათვის, მაშინ ამის შესახებ რაიმე ნათქვამი იქნებოდა მარკიზ დე ფერიოლისადმი მიწერილ წერილში; ან ამ წერილში ვახტანგი რატომ მისწერდა საფრანგეთის ელჩს: „და ერთი წიგნი ამდღებულს ფრანგისის (sic) ხელმწიფესაც აახელით, რომე, ჩუენის გულისათვინ ნურას უწყრომებენ [მარი პეტის]“.

საფრანგეთის საგარეო საქმეთა სამინისტროს არქივში ჩვენ ვიპოვეთ ამ წერილის მეორე ვარიანტი.

ლომდნენ ბოლო მოვლით ქრისტიანობისათვის და დაემკვიდრებინათ მაჰმადიანობა. ასეთ ვითარებაში კათოლიკე მისიონერები აწყდებოდნენ მრავალ სიძნელეს. ამასთანავე, როგორც ინგლისელი ისტორიკოსი დოქტორი დ. ლენგი შენიშნავს, თბილისში მათ მოღვაწეობას ხელს უშლიდნენ სომხური ეკლესიის მსახურნი. „სომეხი ვაჭრები, — წერს პროფ. ვ. ვაბაშვილი, — კათოლიკე მისიონერებს თვლიდნენ, სავსებით სამართლიანად, დასავლეთ ევროპის კათოლიკური სახელმწიფოების სავაჭრო აგენტებად და საშიშ მტოქეებად“.

1708 წლის სექტემბრის ირან-საფრანგეთის ხელშეკრულებით ირანის შაჰი ვალდებული იქნა კისრულობდა ნორმალური პირობები შეექმნა ფრანგი მისიონერებისათვის. მაგრამ ეს ვალდებულება ყველგან და ყოველთვის როდი სრულდებოდა. ამიტომ შაჰი, საფრანგეთის მეფე და სხვ. ირანის შაჰის გვერდის ავლით თავიანთ წერილებში სთხოვდნენ საქართველოს მეფეებს აღმოეჩინათ მფარველობა კათოლიკე მისიონერებისათვის. „საფრანგეთის მთავრობამ, — აღნიშნავს დოქტ. დ. ლენგი, — შაჰის უუნარობის თუ მისიონერების დაცვის სურვილის უქონლობის გამო გადაწყვიტა უშუალო ურთიერთობა დაემყარებინა ვახტანგთან. ეს ურთიერთობა გრძელდებოდა მოუხედავად იმისა, რომ ვახტანგი დაცვის ქვეშ იყო, ირანში“.

ქართველი მეფეები ვახტანგ V, გიორგი XI, ქაიხოსრო, ვახტანგ VI მფარველობას უწყევდნენ კათოლიკე მისიონერებს და საშუალებას აძლევდნენ მათ გაეშალათ თავიანთი მოღვაწეობა საქართველოში. ამიტომ კათოლიკე მისიონერების საქმიანობას ჩვენში წარმატება ჰქონდა. აკად. ნ. ბერძენიშვილი წერს: „ქართველები კათოლიკობას თავისი ქვეყნის პოლიტიკურ მომავალს უკავშირებდნენ“. ყველა ის, ვინც სამშობლოს დაცვაზე, მის აღდგენაზე, უცხო დამყრობლებისაგან მის განთავისუფლებაზე ფიქრობდა, ქრისტიანობდა და ასე თუ ისე „ფრანგობდა“. ქართველთა ეს ჭგუფი, განაგრძობს აკად. ნ. ბერძენიშვილი, „მზად იყო შაჰის უხენაესობა აღეარებინა, ქართული ეკლესია რომის ტახტისათვის დაემორჩილებინა და მთელ საქართველოში კათოლიკობა გაეცრცელებინა, ოღონდ კი საფრანგეთის ევროპის პოლიტიკური დახმარება მიეღო ერთ-ერთმა მათგანს წინააღმდეგ ბრძოლაში“.

1712 წლის 23 აპრილს ვახტანგ VI ისფაჰანში გაემგზავრა. მას თან ახლდა ს.ს. ორბელიანი. საფრანგეთის იმდროინდელ ხელმძღვანელებს ამ პერიოდშიც არ შეუწყვეტიათ კავშირი ვახტანგთან. ამას ცხადყოფს ფრანგი მისიონერის მამა პიერ დ'ისუდენის წერილები, გაგზავნილი კონსტანტინოპოლსა და პარიზში. 1712 წლის 28 აგვისტოს პიერ დ'ისუდენის წერილსა საფრანგეთის ელჩს კონსტანტინოპოლში გრაფ დეზალორს: „მე აღარ ვიყავი უკვე თავრიზში. როდესაც წერილები საქართველოს მეფისა და ერევნის ხანისათვის იქ მივიღა. ჩემმა მეგობარმა მამა ბერნარ დე ბურჟმა იზრუნა მათ მოტანაზე“.

ვახტანგმა გადახედა ირანში შექმნილ მდგომარეობას, გაითვალისწინა სეფიანთა დინასტიის შინაგანი კრიზისი, საფრანგეთიდან მიღებული წერილების შინაარსი და გადაწყვიტა უფრო მკვიდრო კავშირი დაემყარებინა საფრანგეთთან. საჭირო იყო საპასუხო წერილების მიწერა საფრანგეთის მეფე ლუი XIV-სათვის და სანდო პიროვნების გაგზავნა. „ბატონი აბატი რიშარი იქნება აღჭურვილი პასუხებით, რომლებსაც მეფე (ვახტანგი. — ტ.) მისწერს მის უდიდებულესობას

გრა ფედერალორს, მაგრამ, მალე გადაწყდა, რომ ამ წერილებს ვახტანგის ელჩი და თქვენს აღმატებულობას“ — სწერდა პიერ დისუდენი საფრანგეთის ელჩს — სულხან-საბა ორბელიანი წაიღებდა, რომელიც უან რიშართან ერთად კიდევ გაემგზავრა საფრანგეთში 1713 წლის აგვისტოში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
აკად. ი. ჯავახიშვილის სახელობის
ისტორიის, არქეოლოგიისა და ეთნოგრაფიის
ინსტიტუტი

(რედაქციას მიუვლიდა 5.11.1965)

ИСТОРИЯ

И. М. ТАБАГУА

ИЗ ИСТОРИИ ФРАНКО-ГРУЗИНСКИХ ОТНОШЕНИЙ В НАЧАЛЕ XVIII в.

Резюме

В данной статье на основании некоторых документов (перевод письма грузинского царя Вахтанга VI к королю Франции Луи XIV, письмо Вахтанга VI послу Франции в Константинополе маркизу де Ферриолью, некоторые письма Мари Пети министру и государственному секретарю Франции графу де Поншартрену) рассмотрены франко-грузинские отношения в начале XVIII в.

В статье автор касается также дипломатической миссии Ж.-Б. Фабра в Персии, пребывания Мари Пети в Ереване, Исфагане и Тбилиси, ее ареста в Марселе и предъявления „рекомендательного письма Вахтанга VI“, связей Вахтанга VI с представителями западных стран (в частности, Франции), что подготовило почву для вьезда во Францию с дипломатической миссией Сулхан-Саба Орбелиани.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Archives du Ministère des Affaires Etrangères. Paris. „Turquie“, t. 43 f^{os} 144—145; t. 44, f^{os} 31, 104; t. 45, f^{os} 123—124, 221; t. 46, f^{os} 192—193; t. 47, f^{os} 124. „Perse“, t. 2, f^{os} 96—97, 120—123, 156—157, 177—177 v^o, 260 v^o—261; „Perse“, t. 3, f^{os} 19—20 v^o, 82—84, 43.
2. M. Brosset. Documents originaux sur les relations diplomatiques de la Géorgie avec la France. „Nouveau Journal Asiatique“, t. IX, pp 193—221; მისივე, II^e Appendice. I. Sceau du roi Wakhtang V, t. X, pp. 177—179.
3. M. Tamarati [Tamarachvili]. L'Eglise géorgienne des origines jusqu'à nos jours. Rome, 1910.
4. D. M. Lang. Georgian Relations with France during the reign of Wakhtang VI (1711—24). „Journal of the Royal Asiatic Society“. Parts 3 a and 4, pp. 114—126, October, 1950; მისივე, The Last Years of the Georgian Monarchy 1658—1832 New York, 1957, pp 104—120.
5. ბერძენიშვილი, XVIII ს. საქართველოს ისტორიიდან (იხ. ბ. ბერძენიშვილი, საქართველოს ისტორიის საკითხები, ტ. II, თბილისი, 1965, გვ. 149—184); მისივე, საქართველო XVIII საუკუნეში, ივემ, გვ. 185—243.
6. ვ. დონდუა. ვახტანგ VI-ის დროინდელი საქართველოს პოლიტიკური ისტორიიდან 1712—1745 წწ. „ძიგობნილევა“, ტ. III, 1933, გვ. 23—66.
7. ვ. გაბაშვილი. სულხან-საბა ორბელიანი როგორც დიპლომატი. წიგნში: „სულხან-საბა ორბელიანი 1658—1958“. საუბიბლო კრებული, თბილისი, 1959, გვ. 61—76.
8. თამარაშვილი. ისტორია კათოლიკობისა ქართველთა შორის XIII საუკუნიდან ვიდრე XX საუკუნემდე. თბილისი, 1922.
9. И. М. Табагуа. Материалы о Грузии в архивах Франции. „Маице“, № 3, 1964.
10. ი. ტაბაღუა. სულხან-საბა ორბელიანის ელჩობა საფრანგეთში, „მაცნე“, № 3, 5, 1965.

მთ. რედაქტორი — საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
აკადემიკოსი რ. დვალი

Гл. редактор — академик Академии наук Грузинской ССР
Р. Р. Двали

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 28.1.1966; შუკვ. № 1682; ანაწილების ზომა 7×11 ;
ქალაქის ზომა 70×108 ; სააღრიცხვო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 18,0,
ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 16,0; უე 02212; ტირაჟი 1400

Подписано к печати 28.1.1966; зак. № 1682; размер набора 7×11 ; размер
бумаги 70×108 ; количество уч.-изд. листов 18,0; количество печатных
листов 16,0; УЭ 02212; тираж 1400

გამომცემლობა «მეცნიერების» სტამბა, თბილისი, გ. ტაბიძის ქ. № 3/5
Типография Издательства «Мецниереба», Тбилиси, ул. Г. Табидзе № 3/5



მათემატიკა — МАТЕМАТИКА — MATHEMATICS

Г. А. Ломадзе. К арифметическому смыслу некоторых коэффициентов	257
*გ. ლომადე. ზოგიერთი კოეფიციენტის არითმეტიკული აზრისათვის	263
С. Б. Топурия. Граничные свойства гармонических функций внутри единичной сферы	265
*ს. თოფურია. ერთფელადიუსიან სფეროს შიგნით ჰარმონიული ფუნქციების სასაზღვრო თვისებები	271
И. Е. Жак, А. А. Шнейдер. О равномерной сходимости одного класса двойных тригонометрических рядов	273
*ი. ჯაკი, ა. შნეიდერი. ერთი კლასის ორმაგ ტრიგონომეტრიულ მწკრივთა თანაბარი კრებადობის შესახებ	276
Д. О. Баладзе. Гомотопические и когомтопические группы над парой дискретных или компактных групп коэффициентов	277
*დ. ბალადე. კოეფიციენტების დისკრეტული ან კომპაქტური ჯგუფების წევრების მიმართ აღებული ჰომოტოპიისა და კოჰომოტოპიის ჯგუფების შესახებ	282

კიბერნეტიკა — КИБЕРНЕТИКА — CYBERNETICS

Д. Г. Цкипуришвили. Статистико-вероятностная модель динамики популяции общественной полезной	285
*დ. ცკიფურიშვილი. საზოგადოებრივი მემინდერობის პოპულაციის დინამიკის სტატისტიკურ-ალბათური მოდელი	291

ფიზიკა — ФИЗИКА — PHYSICS

М. М. Мирианашвили (член-корреспондент АН ГССР). Релятивистское движение частицы в скалярном поле	293
*მ. შიროიანაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ნაწილაკის რელიტივისტური მოძრაობა სკალარულ ველში	300
Г. А. Бегиашвили, О. И. Чавчанидзе. К вопросу о времени жизни возбужденного состояния в газах	301
*გ. ბეგიაშვილი, თ. ჭავჭავაძე. გაზებში აღზნებული მდგომარეობის სიცოცხლის ხანგრძლივობის საკითხისათვის	307
Т. Л. Тавдгиридзе, Н. Л. Цинцадзе. Прохождение быстрой заряженной частицы через слаботурбулентную магнитоактивную плазму	309
*ტ. თავდგირიძე, ნ. ცინცაძე. ჩქარი დამუხტული ნაწილაკის გაელა სუსტად ტურბულენტურ მაგნიტოაქტიურ პლანმაში	313

ქიმია — ХИМИЯ — CHEMISTRY

ქრ. არეშიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ვ. თავართქილაძე. 2,4-დიმეთილპენტანოლ-2-ისა და 3-მეთილპენტანოლ-3-ის კონტაქტურ-კატალიზური გარდაქმნები	315
*X. И. Арешидзе (член-корреспондент АН ГССР), Е. К. Таварткиладзе. Контактно-каталитические превращения 2,4-диметилпентанола-2 и 3-метилпентанола-3	321

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური გეუთენის წინა წერილის რეზიუმეს ან თარგმანს.
 * Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме или к переводу предшествующей статьи.

* A title marked with an asterisk applies to a summary or translation of the preceding article.



П. В. Гогоршвили, Э. А. Квезерели. О гидразиновых соединениях германия	323
*პ. გოგორიშვილი, ე. კვეზერელი. გერმანიუმის ჰიდრაზინიანი ნაერთების შესახებ	328
Р. М. Лагидзе, А. И. Двалишвили, Р. Н. Ахвледиანი. Синтез потенциальных противоопухолевых соединений на основе некоторых арна-алканолов	329
*რ. ლაგიდე, ა. დვალისვილი, რ. ახვლედიანი. პოტენციური ანტიკანცეროგენული ნივთიერებების სინთეზი ზოგიერთი არილალკანოლების ბაზაზე	334
Г. В. Цинцадзе, В. В. Скопенко, А. А. Швелашвили. Исследование методом порошка некоторых селеноцианатных комплексов цинка и кадмия	337
*გ. ცინცაძე, ვ. სკოპენკო, ა. შველასვილი. თეთისა და კადმიუმის ზოგიერთი კომპლექსური სელენოციანატების გამოკვლევა ფხვნილის მეთოდით	341

ბიოქიმია—БИОХИМИЯ—BIOCHEMISTRY

М. М. Заалишвили, Н. А. Гаччиладзе. К вопросу о выделении препаратов чистых ядер и миофибрилл из скелетных мышц	343
*მ. ზაალიშვილი, ნ. გაჩჩილაძე. ჩონჩხის კუნთებიდან სუფთა ბირთვებისა და მიოფიბრილების პრეპარატების განოცდვის საკითხისათვის	349

ფარმაკოქიმია—ФАРМАКОХИМИЯ—PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

В. Ю. Вачнадзе. К вопросу изучения механизма сорбции полифенолов из водных растворов кофеина полимеризационными анионообменными смолами	351
*ვ. ვაჩნაძე. პოლიმერიზაციული იონცვლითი ფისებით კოფეინის წყლიანი ხსნარებისაგან პოლიფენოლების სორბციის მექანიზმის შესწავლის საკითხისათვის	356

გეოგრაფია—ГЕОГРАФИЯ—GEOGRAPHY

Օ. Մանուկյան. მდინარე ლიახვის აუზის რელიეფის ტიპები	357
*Օ. Մ. Մայսրաձե. Типы рельефа бассейна р. Лиавхи	363

გეოლოგია—ГЕОЛОГИЯ—GEOLOGY

Д. Ю. Папаян. Олигоценовые отложения окрестностей с. Манглиси	365
*დ. პაპაეა. მანგლისის მიდამოების ოლიგოცენური ნალექები	368

პალეობიოლოგია—ПАЛЕОБИОЛОГИЯ—PALAEOBIOLOGY

Н. К. Ратиани, Б. Л. Соловьев. О возрасте ископаемой флоры Гумисты	369
*ნ. რატიანი, ბ. სოლოვიოვი. გუმისტის ნამარზი ფლორის ასაკის შესახებ	373

ბაჟინკა—ТЕХНИКА—ENGINEERING GENERAL

Օ. Գ. Соломония, Н. Ш. Болташвили. Выборы месторасположения и объемов ирригационных водохранилищ методами математического программирования	375
*ო. სოლომონია, ნ. ბოლთასვილი. ირიგაციული წყალსაცავების ადგილმდებარეობისა და მოცულობის განსაზღვრა მათემატიკური პროგრამირების მეთოდებით	381
Г. И. Мамасахлисов. Об условиях работы станции в период увеличения прибытия вагонов	383
*გ. მამასახლისოვი. მოსული ვაგონების რიცხვის გადიდებისას სადგურის მუშაობის პირობები	390



И. Г. Шекриладзе. О механизме пузырькового парообразования 397
 *ი. შეყრილაძე. ბუშტოვანი ორთქლწარმოქმნის მექანიზმის შესახებ 397

მეტალურგია—МЕТАЛЛУРГИЯ—METALLURGY

Ф. Н. Тавадзе (академик АН ГССР), В. А. Пирцхалайшвили, Н. Л. Хуцишвили. Влияния азота на структуру и свойства аустенитных хромомарганцевых и хромомарганцевоникелевых сталей 399
 *ფ. თავაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ვ. ფირცხალაიშვილი, ნ. ხუციშვილი. აზოტის გავლენა ქრომმანგანუმისა და ქრომმანგანუმნიკელიანი ფოლადების სტრუქტურასა და თვისებებზე 405

ავტომატიკა და ტელემექანიკა—АВТОМАТИКА И ТЕЛЕМЕХАНИКА—AUTOMATICS AND TELEMCHANICS

М. Г. Гогоберидзе. Перевод чисел из системы остаточных классов в позиционную систему счисления 407
 *მ. ლოღბერიძე. რიცხვების გადაყვანა ნაშთთა კლასის სისტემიდან ათვლის პოზიციურ სისტემაში 414

წიაღაგვომცოდნეობა—ПОЧВОВЕДЕНИЕ—SOIL SCIENCE

М. Н. Сабашвили (академик АН ГССР), М. А. Джикаева. О почвах типа смолниц в Грузии 413
 *მ. საბაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), მ. ჯიკაევა. სმოლნიცის ტიპის ნიადაგები საქართველოში 420

ბოტანიკა—БОТАНИКА—BOTANY

რ. გაგნიძე. გეარ *Cicerbita Wallr.*-ს კავკასიის წარმოადგენელთა ბოტანიკურ-გეოგრაფიული მიწობილვა 423
 *Р. И. Гагнидзе. Ботанико-географический обзор кавказских представителей 429

ფიტოპათოლოგია—ФИТОПАТОЛОГИЯ—PHYTOPATHOLOGY

Г. С. Каличава, Л. Н. Логинова, Л. Н. Салдан. Влияние некоторых дыхательных ингибиторов на репродукцию вируса табачной мозаики 431
 *გ. ყალიჩავა, ლ. ლოგინოვა, ლ. სალდან. ზოგიერთი სუნთქვითი ინჰიბიტორის მოქმედება თამბაქოს ვირუსული მოზაიკის რეპროდუქციაზე 434

პარაზიტოლოგია—ПАЗАЗИТОЛОГИЯ—PARASITOLOGY

Л. И. Коява. Новый вид моногенетического сосальщика 435
 *ლ. კოიავა. მონოგენეზური მწოფელას ახალი სახეობა 437

ანატომია—АНАТОМИЯ—ANATOMY

Г. И. Маисая. О гистохимических особенностях фосфатаз в плаценте и плацентарной площадке матки в разные сроки беременности у белых крыс 439
 *გ. მაისაია. ფოსფატაზების ჰისტოქიმიური თავისებურებანი მაკობის სხვადასხვა პერიოდში მცალი თეთრი ვირთაგვების პლაცენტასა და საშვილოსნოს პლაცენტურ არეში 442

ფიზიოლოგია—ФИЗИОЛОГИЯ—PHYSIOLOGY

В. М. Мосидзе, Н. Б. Шерешева. Взаимодействие между полушариями головного мозга при выработке условного рефлекса на изолированное раздражение одного уха 445



*გ. მოსიძე, ნ. შერეშვევა. თავის ტვინის ჰემისფეროების ურთიერთმოქმედება ცუტრის ცალმხრივ გაღიზიანებაზე პირობითი რეფლექსის გამოშვებისას

ქართული
სსრკ-ის
აქადემიის
საბუნების
მეცნიერებათა
სამეცნიერო
ცენტრის
გამომცემლობა

მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა—ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА—
EXPERIMENTAL MEDICINE

კ. ერისთავი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), თ. ტყეშელაშვილი, ა. აბესაძე. საკვები უელატინისაგან სისხლშემცველი ხსნარის მოზადების საკითხისათვის	451
*К. Д. Эристави (академик АН ГССР), Т. В. Ткешелашвили, А. И. Абесадзе. К вопросу применения пищевой желатины для приготовления кровезаменителя	455
В. О. Иосава. Полисахариды в ткани экспериментальных опухолей слюнных желез	457
*გ. იოსავა. პოლისაქარიდული კომპლექსები სანერწყვე ჯირკვლების ექსპერიმენტული სიმსივნეების ქსოვილში	461
П. А. Курашвили. Значение изменений белково-липидного обмена при экспериментальном рахите	463
*პ. ყურაშვილი. ცილოვან-ლიპოიდური ცვლის ცვლილებების მნიშვნელობა ექსპერიმენტული რაქიტის დროს	469
Д. С. Маркарян, Р. Н. Манджгаладзе, В. И. Вашакидзе. К вопросу о мутагенных свойствах марганцевых соединений и некоторых пестицидов	471
*დ. მარკარიანი, რ. მანჯგალაძე, ვ. ვაშაკიძე. მარგანცის შენაერთებისა და ზოგიერთი პესტიციდის მუტაგენური თვისებების საკითხისათვის	474

კლინიკური მედიცინა—КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА—
CLINICAL MEDICINE

ო. რჩეულიშვილი. ინფექციური ჰეპატიტის შორეული შედეგები ბავშვებში	477
*О. И. Рчеулишвили. Отдаленные результаты инфекционного гепатита (болезни Боткина) среди детей	483
შ. გუგუშაშვილი, გ. მთლადინაშვილი. პორტალური სისხლის ნაკადის სისწრაფე კუჭ-ნაწლავის მწვავე და ქრონიკულ დაზიანებათა დროს	485
*Ш. И. Гугешашвили, Г. М. Молодинашвили. Скорость портального кровотока при острых и хронических поражениях желудочно-кишечного тракта	491
Д. С. Какишвили. Баллистокardiографическое исследование лиц престарелого возраста	493
*დ. კაკიაშვილი. მოხუცთა ბალისტოკარდიოგრაფიული გამოკვლევა	495
ხ. ჩაჩუა. ჰემოპოეტინები და პერიფერიული სისხლის ცვლილებები კუჭის წყლულოვანი დაავადების დროს	497
*З. М. Чачуа. Гемопoэтины и изменения периферической крови при язвенной болезни желудка	500

ისტორია—ИСТОРИЯ—HISTORY

ი. ტაბალუა. საქართველო-საფრანგეთის ურთიერთობის ისტორიიდან XVIII საუკუნის დასაწყისში	503
*И. М. Табагуа. Из истории франко-грузинских отношений в начале XVIII в.	510

ПОЛОЖЕНИЕ О «СООБЩЕНИЯХ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР»

1. В «Сообщениях Академии наук Грузинской ССР» публикуются статьи научных работников Академии наук Грузинской ССР и других ученых, содержащие сжатое изложение основных результатов их исследований.

2. «Сообщениями» руководит редакционная коллегия, избираемая общим собранием Академии наук Грузинской ССР.

3. «Сообщения» выходят ежемесячно отдельными выпусками приблизительно в объеме 16 печатных листов каждый. Выпуски каждого квартала (три выпуска) составляют один том.

4. Статьи должны быть представлены на двух языках: на грузинском и русском. На одном из них, по желанию автора,—полный текст, а на другом языке—краткое изложение основного текста.

5. Объем статьи, включая иллюстрации, не должен превышать 20 000 типографских знаков (8 страниц журнала). Разделение статьи на отдельные части для опубликования в разных выпусках «Сообщений» не допускается.

6. Статьи действительных членов и членов-корреспондентов Академии наук Грузинской ССР сдаются непосредственно в редакцию «Сообщений» для опубликования, а статьи других авторов публикуются только по представлению действительных членов или членов-корреспондентов Академии. Статьи, поступившие без представления, направляются редакцией одному из действительных членов или членов-корреспондентов Академии на рассмотрение, с тем чтобы в случае положительной оценки статья была представлена для опубликования.

7. Статьи (а также соответствующие иллюстрации и чертежи) должны быть представлены автором в одном экземпляре, в совершенно готовом для печатания виде. Формулы должны быть четко вписаны в текст от руки. Текстовые части на иллюстрациях должны быть выполнены на обоих языках. Никакие исправления и добавления после принятия к печати не допускаются.

8. Данные о цитированной литературе должны быть по возможности полными: необходимо указать полное заглавие статьи, название журнала, в котором опубликована статья, номер серии, тома, выпуска, год издания; если имеется ссылка на книгу, то необходимо указать полное наименование книги, место и год издания.

9. Цитируемая литература должна приводиться в конце статьи в виде списка. При ссылке на литературу в тексте статьи или в подстрочных примечаниях следует указывать номер по списку, заключая его в квадратные скобки.

10. В конце текста статьи автор на соответствующем языке должен указать название и местонахождение того научного учреждения, где выполнена работа.

Статья датируется днем поступления ее в редакцию.

11. Автору представляется одна корректура в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или напечатать ее без виза автора.

12. Автор получает бесплатно 10 оттисков своей статьи.

АДРЕС РЕДАКЦИИ: ТБИЛИСИ, ул. ДЗЕРЖИНСКОГО, 8
Телефон 9-03-52

Условия подписки: на 1 год—12 руб., на 6 месяцев—6 руб.



დაგეგმვის
საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
პრეზიდიუმის მიერ 28.3.1963.

„საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოაზრის“

დ ე ბ უ ლ ე მ ბ ა

1. „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოაზრებში“ იბეჭდება აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მოაზრებში“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოაზრებში“ გამოდის თვეში ერთხელ, ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 16 ბეჭდური თაბახი. ყოველი კვარტალის ნაკვეთები (სამი ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. „მოაზრებში“ დასაბეჭდად წერილები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ორ ენაზე: ქართულად და რუსულად. ერთ-ერთ მათგანზე, ავტორის სურვილისამებრ, —სრული ძირითადი ტექსტი, ხოლო მეორეზე —ძირითადი ტექსტის შემოკლებული გადმოცემა.
5. წერილის მოცულობა (ორივე ტექსტისა), ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 20.000 სასტამბო ნიშნს (ჟურნალის 8 გვერდს); არ შეიძლება წერილის დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
6. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოაზრების“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორების წერილები იბეჭდება აკადემიის ნამდვილი წევრის ან წევრ-კორესპონდენტის წარდგინებით. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოაზრების“ რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე ნამდვილ წევრს ან წევრ-კორესპონდენტს განსაზღვრულად, რათა მან, დადებითად შეფასების შემთხვევაში, წარმოადგინოს იგი დასაბეჭდად.
7. წერილები (ავტორზე სათანადო ილუსტრაციები და ნახაზები) ავტორმა უნდა წარმოადგინოს თითო ცალად, დასაბეჭდად საესვებით მოწოდებული. ფორმულები ხელით უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტში მკაფიოდ. ილუსტრაციებზე ტექსტობრივი წარწერები ორივე ენაზე უნდა იყოს შესრულებული. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში შესწორებებისა და დამატებების შეტანა აღარ შეიძლება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები შეძლებისდაგვარად სრული უნდა იყოს: საჭიროა აღინიშნოს წერილის სრული სათაური, სახელწოდება ჟურნალისა, რომელშიც დაბეჭდილია წიგნი, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის ადგილისა და წელის მითითება.
9. დამოწმებული ლიტერატურის სია წერილს ერთვის ბოლოში. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტში თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იქნეს შესაბამისი ნომერი სიის მიხედვით.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა შესაბამის ენაზე უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებზე შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად არა უმეტეს ორი დღისა). თუ კორექტურა დადგენილი ვადისათვის არ იქნა წარმოდგენილი, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიხის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 10. ამონაბეჭდი.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, ძეგლისკის ქ. 8

ტელეფონი 9-03-52

ხელმოწერის პირობები: 1 წლით—12 მან., 6 თვით—6 მან.