

967



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გ მ ა ე ბ ე



СООБЩЕНИЯ
АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

49



BULLETIN
OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR



XLVI, № 2

მაისი 1967 მაის

თბილისი * ТБИЛИСИ * TBILISI

С. А. МЧЕДЛИШВИЛИ

О ДИФФЕРЕНЦИРУЕМОСТИ ФУНКЦИЙ ДВУХ ПЕРЕМЕННЫХ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 22.6.1966)

Г. Х. Синдаловский рассмотрел случай дифференцируемости функции $f(x)$ одной переменной ([1], стр. 395). Мы рассматриваем аналогичный вопрос для функции двух переменных.

В дальнейшем будем предполагать, что на основном интервале $R_0 = \{(0,1) (0,1)\}$ определена функция $f(x, y)$, непрерывная относительно каждого переменного отдельно. Предположим также, что задано фиксированное совершенное множество $Q \subset R_0$, которое имеет в точке $(0,0)$ плотность, равную 1⁽¹⁾.

Для каждого множества $F \subset R_0$ символами P^x и P^y будем обозначать проекции P на оси Ox и Oy соответственно.

Пусть на сегменте $[0, \delta]$, $\delta > 0$, определены функции сдвига $\varphi(h)$ и $\psi(k)$,

$$\lim_{h \rightarrow 0} \varphi(h) = \varphi(0) = \lim_{k \rightarrow 0} \psi(k) = \psi(0) = 0.$$

Положим

$$\varphi_0(h) = \varphi(h) + h, \quad \psi_0(k) = \psi(k) + k.$$

Если не будет оговорено противное, будем предполагать, что $\varphi(h)$ и $\psi(k)$ — непрерывные монотонные функции.

Введем разности

$$\Delta^{\varphi, \psi}(x, h; y, k) = f(x - \varphi(h), y - \psi(k)) - f(x - \varphi(h); y - \psi(k) - k),$$

$$\Delta^{\varphi}(x, h; y) = f(x - \varphi(h), y) - f(x - \varphi(h) - h, y)$$

$$\Delta^{\psi}(x; y, k) = f(x; y - \psi(k)) - f(x; y - \psi(k) - k),$$

$$\Delta^{\varphi, \psi}(x, h, y, k) = f(x - \varphi(h), y - \psi(k)) - f(x - \varphi(h) - h;$$

$$y - \psi(k)) - f(x - \varphi(h); y - \psi(k) - k) + f(x - \varphi(h) - h;$$

$$y - \psi(k) - k).$$

Определение 1. n -Мерный единичный куб $\{(0,1), (0,1) \dots\}$ обозначим через R_n .

⁽¹⁾ Ниже в теоремах 2 и 3 подразумевается, что множество Q имеет в точке $(0,0)$ положительную нижнюю плотность.



Определение 2. Для каждого множества E через $E^{(y_0)}$ обозначим подмножество множества E , расположенное на прямой $y = y_0$.

Определение 3. Для каждого множества P через $\varphi\psi[P]$ будем обозначать множество точек $(\varphi(h), \psi(k))$, когда (h, k) пробегает множество P .

Определение 4. $\varphi^{-1}\psi^{-1}[P]$ есть множество тех точек (h, k) , для которых $(\varphi(h), \psi(k)) \in P$.

Определение 5. Пусть для замкнутого множества $P \subset \{(0, 1), (0, 1)\}$ точка $(0, 0)$ является точкой плотности. Будем говорить, что пара функций (φ, ψ) обладает свойством S' (S'_0), если хотя бы для одного из множеств $\varphi^{-1}\psi^{-1}[P]$, $\varphi_0^{-1}\psi^{-1}[P]$, $\varphi^{-1}\psi_0^{-1}[P]$ и $\varphi_0^{-1}\psi_0^{-1}[P]$ ($\varphi^{-1}\psi^{-1}[P]$ и $\varphi_0^{-1}\psi_0^{-1}[P]$) $(0, 0)$ является точкой плотности.

Определение 6. Пара функций (φ, ψ) обладает свойством S'' , если существуют такие числа ρ , $0 < \rho < 1$ и $\delta_0 > 0$, что для каждой пары чисел $b \in (0, \delta_0)$, $d \in (0, \delta_0)$ и для каждого замкнутого множества $P \subset \{(0, b), (0, d)\}$, для которого $\frac{|P|}{bd} > 1 - \rho$, будет выполнено хотя бы одно из следующих четырех неравенств:

- 1) $\frac{|\varphi\psi[P]|}{\sup_{0 < h \leq b} |\varphi(h)| \cdot \sup_{0 < k \leq d} |\psi(k)|} > \rho$, $\sup_{0 < h \leq b} |\varphi(h)| > \rho b$, $\sup_{0 < k \leq d} |\psi(k)| > \rho d$;
- 2) $\frac{|\varphi_0\psi[P]|}{\sup_{0 < h \leq b} |\varphi_0(h)| \cdot \sup_{0 < k \leq d} |\psi(k)|} > \rho$, $\sup_{0 < h \leq b} |\varphi_0(h)| > \rho b$, $\sup_{0 < k \leq d} |\psi(k)| > \rho d$;
- 3) $\frac{|\varphi\psi_0[P]|}{\sup_{0 < h \leq b} |\varphi(h)| \cdot \sup_{0 < k \leq d} |\psi_0(k)|} > \rho$, $\sup_{0 < h \leq b} |\varphi(h)| > \rho b$, $\sup_{0 < k \leq d} |\psi_0(k)| > \rho d$;
- 4) $\frac{|\varphi_0\psi_0[P]|}{\sup_{0 < h \leq b} |\varphi_0(h)| \cdot \sup_{0 < k \leq d} |\psi_0(k)|} > \rho$, $\sup_{0 < h \leq b} |\varphi_0(h)| > \rho b$, $\sup_{0 < k \leq d} |\psi_0(k)| > \rho d$.

Определение 7. Будем говорить, что пара функций (φ, ψ) обладает свойством S''_0 , если имеет место неравенство 1) или 4) из определения 6.

Определение 8. Производной функции $f(x, y)$ в точке (x_0, y_0) в смысле (φ, ψ, Q) будем называть предел

$$\lim_{\substack{(h, k) \rightarrow (0, 0) \\ (h, k) \in Q}} \frac{\Delta_{\varphi, \psi}(x_0, h; y_0, k)}{h+k} = f'_{(\varphi, \psi, Q)}(x_0, y_0).$$

Если $f'_{(\varphi, \psi, Q)}(x_0, y_0)$ — конечное число, то функция $f(x, y)$ называется дифференцируемой в смысле (φ, ψ, Q) в точке (x_0, y_0) .

Производной функции $f(x, y)$ в смысле $(\varphi, \psi, Q)_0$ будем называть предел

$$\lim_{\substack{(h, k) \in Q \\ (h, k) \rightarrow (0, 0)}} \frac{\Delta_{\varphi, \psi}^{\varphi, \psi}(x_0, h; y_0, k)}{h + k} = f'_{(\varphi, \psi, Q)_0}(x_0, y_0).$$

Обозначим

$$\lim_{\substack{k \rightarrow 0 \\ k \in Q^y}} \frac{\Delta^{\psi}(x_0, y_0, k)}{k} = f'_{\varphi y}(x, y),$$

$$\lim_{\substack{h \rightarrow 0 \\ h \in Q^x}} \frac{\Delta^{\varphi}(x_0, h, y_0)}{h} = f'_{\varphi x}(x_0, y_0).$$

$f'_{\varphi x}(x_0, y_0)$ назовем производной функции $f(x, y)$ относительно переменной x в точке (x_0, y_0) в смысле (φ, Q^x) . Число же $f'_{\varphi y}(x_0, y_0)$ назовем производной относительно переменной y в точке (x_0, y_0) в смысле (ψ, Q^y) .

Определение 9. Пусть $D_1 \subset R_n$ и $D_2 \subset R_m$. Тогда $D = D_1 \times D_2$ представляет собой множество точек $(x_1, x_2, \dots, x_n; h_1, h_2, \dots, h_m)$, где (x_1, x_2, \dots, x_n) и (h_1, h_2, \dots, h_m) пробегает соответственно множества D_1 и D_2 . Будем подразумевать, что D_1, D_2 и D — B -измеримые множества и начало координат является предельной точкой множества D_2 и принадлежит ему.

Аналогично доказательству одной теоремы из работы [2] (стр. 4) можно доказать следующую теорему:

Теорема 1. Пусть на множестве D задана B -измеримая функция

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n; h_1, h_2, \dots, h_m).$$

Если в каждой точке (x_1, x_2, \dots, x_n) измеримого множества $E \subset D_1$ существует конечный предел

$$\lim_{(h_1, h_2, \dots, h_m) \rightarrow 0} f(x_1, x_2, \dots, x_n; h_1, h_2, \dots, h_m) = \varphi(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (1)$$

то будет существовать такое замкнутое множество $P \subset E$, мера которого как угодно близка к $|E|$, и равномерно на множестве P будет иметь место равенство (1).

Справедливы следующие леммы:

Лемма 1. Если измеримое множество $P \subset \{(0, b), (0, d)\}$ таково, что $|P| > (1 - \rho)bd$, где $0 < \rho < 1$, то будут иметь место неравенства

$$\begin{aligned} \text{lin } |P^x| &> (1 - \rho) \cdot b, \\ \text{lin } |P^y| &> (1 - \rho) \cdot d, \end{aligned}$$

где $\text{lin } |P^x|$ и $\text{lin } |P^y|$ обозначают соответственно линейную меру множеств P^x и P^y .

Лемма 2. Если пара функций (φ, ψ) обладает свойствами $S'(S'_0)$ и $S''(S'')$, то функции $\varphi(h)$ и $\psi(k)$ обладают свойствами S'_d и S''_d ⁽¹⁾.

Определение 10. Пусть пара функций (φ, ψ) обладает свойством S'' (свойством S''_0). Обозначим символом $\lambda_1(h)$ ту из функций $\varphi(h)$ и $\varphi_0(h)$, для которой из упомянутых в определении свойств $S''(S''_0)$ в неравенствах выполнено хотя бы одно. Аналогично обозначим функцию $\lambda_2(k)$ для функции $\psi(k)$.

Определение 11. Символом $\varphi\psi \mid [P]$ обозначим множество тех точек $(|\varphi(h)|, |\psi(x)|)$, для которых $(h, k) \in P$.

Лемма 3. Если функция $\varphi(h)$ обладает свойством S'' , то для достаточно малого значения h отношение $\frac{h}{\lambda_1(h)}$ ограничено и плотность множества $\lambda_1[Q]$ вдоль оси x равна 1.

Лемма 4. Если пара функций (φ, ψ) обладает свойством S'' или S''_0 , то плотность множества $\lambda_1\lambda_2 \mid [Q]$ в точке $(0,0)$ равна 1. (Здесь подразумеваем, что $(0,0)$ — точка плотности множества Q).

Лемма 5. Пусть функция $\varphi(h)$ обладает свойством S''_d . Если точка нуль является точкой плотности множества $\lambda_1[Q^x]$, то она также будет точкой плотности множества Q^x .

Используя теорему 1 и перечисленные леммы, можно доказать следующие теоремы:

Теорема 2. Пусть определенная в квадранте R_0 функция $f(x, y)$ дифференцируема в смысле $(\varphi, \psi, Q)_0$ в каждой точке множества $E \subset R_0$ положительной меры. Если пара функций (φ, ψ) обладает свойствами S''_0 и S''_0 , то почти в каждой точке $(x, y) \in E$ существуют частные производные $f'_x(x, y)$ и $f'_y(x, y)$ и имеют место равенства

$$f'_x(x, y) = f'_{\varphi x}(x, y), \quad f'_y(x, y) = f'_{\psi y}(x, y).$$

Теорема 3. Пусть определенная в квадранте R_0 функция $f(x, y)$ дифференцируема в смысле $(\varphi, \psi, Q)_0$ в каждой точке множества $E \subset R_0$ положительной меры. Если пара функций (φ, ψ) обладает свойствами S'_0 и S''_0 , то почти в каждой точке $(x, y) \in E$ существует точный дифференциал ⁽¹⁾ функции $f(x, y)$.

Введем разности

$$\Delta_\varphi^0(x, h; y) = f(x, y) - f(x - \varphi(h), y),$$

$$\Delta_\psi^0(x; y, k) = f(x, y) - f(x; y - \psi(k)).$$

⁽¹⁾ Определение свойств S'_d и S''_d функции $\varphi(h)$ см. в работе [1] (стр. 398).

⁽²⁾ Определение точного дифференциала см. в работе [3] (стр. 433).

Определение 12. Производной функции $f(x, y)$ в смысле $(\varphi, Q^x)_0$ относительно переменной x в точке (x_0, y_0) будем называть предел

$$\lim_{\substack{h \rightarrow 0 \\ h \in Q^x}} \frac{\Delta_0^\varphi(x_0, h; y_0)}{h} = f'_{\varphi x_0}(x_0, y_0).$$

Если $f'_{\varphi x_0}(x_0, y_0)$ — конечное число, то функция $f(x, y)$ называется дифференцируемой в смысле $(\varphi, Q^x)_0$ в точке (x_0, y_0) .

Аналогично определяется производная функции $f(x, y)$ в смысле $(\psi, Q^y)_0$ относительно переменной y в точке (x_0, y_0) .

Теорема 4. Если определенная в квадранте R_0 функция $f(x, y)$ дифференцируема в смысле $(\lambda_1, Q^x)_0$ относительно переменной x и в смысле $(\lambda_2, Q^y)_0$ относительно переменной y в каждой точке множества $E \subset R_0$ положительной меры и функции $\varphi(h)$ и $\psi(k)$ обладают свойством S''_a , то почти всюду на E существует аппроксимативный⁽¹⁾ дифференциал $\{A, B\}$ функции $f(x, y)$ и

$$A = f'_{\varphi x}(x, y), \quad B = f'_{\psi y}(x, y).$$

Теорема 5. Пусть определенная в квадранте R_0 функция $f(x, y)$ дифференцируема в смысле $(\lambda_1, Q^x)_0$ (в смысле $(\lambda_2, Q^y)_0$) относительно переменной x (y) в каждой точке множества $E \subset R_0$ положительной меры. Если функция $\varphi(h)$ ($\psi(k)$) обладает свойством S''_a , то почти в каждой точке $(x, y) \in E$ функция $f(x, y)$ дифференцируема относительно переменной x (y). Если почти в каждой точке $(x, y) \in E$ $f'_{\lambda_1 x_0}(x, y) = 0$ ($f'_{\lambda_2 y_0}(x, y) = 0$), то почти всюду на E

$$f'_x(x, y) = f'_{\lambda_1 x_0}(x, y) = 0, \quad (f'_y(x, y) = f'_{\lambda_2 y_0}(x, y) = 0).$$

Если существует множество $E_0 \subset E$ положительной меры, в каждой точке (x, y) которого $f'_{\lambda_1 x}(x, y) \neq 0$ ($f'_{\lambda_2 y}(x, y) \neq 0$), то будет существовать такое множество $Q_0^x \subset Q^x$ ($Q_0^y \subset Q^y$), для которого $(0, 0)$ является точкой плотности и относительно которого существует конечный предел

$$\lim_{\substack{h \rightarrow 0 \\ h \in Q_0^x}} \frac{h}{\lambda_1(h)} = A \quad \left(\lim_{\substack{k \rightarrow 0 \\ k \in Q_0^y}} \frac{k}{\lambda_2(k)} = B \right),$$

и будет иметь место равенство

$$f'_x(x, y) = f'_{\lambda_1 x_0}(x, y) \cdot A \quad (f'_y(x, y) = f'_{\lambda_2 y_0}(x, y) \cdot B).$$

⁽¹⁾ Определение аппроксимативного дифференциала см. в работе [3] (стр. 434).

Теорема 6. Пусть определенная в квадранте R_0 функция $f(x, y)$ дифференцируема в смысле (φ, ψ, Q) в каждой точке (x, y) множества $E \subset R_0$ положительной меры и в каждой точке $(x, y) \in E$ существуют конечные частные производные $f'_{(\lambda_1 x)_0}(x, y)$ и $f'_{(\lambda_2 y)_0}(x, y)$. Если пара функций (φ, ψ) обладает свойством S'' , то почти в каждой точке $(x, y) \in E$ существует точный дифференциал функции $f(x, y)$.

Телавский государственный
педагогический институт
им. Я. Гогешвили

(Поступило в редакцию 22.6.1966)

მათემატიკა

ს. მადლიშვილი

ორი ცვლადის ფუნქციის დიფერენციალის შესახებ

რეზიუმე

სტატიაში მოყვანილია რამდენიმე თეორემა ორი ცვლადი ფუნქციის დიფერენცირების შესახებ. მათ შორის ერთ-ერთი, დამახასიათებელ შედეგს წარმოადგენს.

თეორემა: ვთქვათ, $f(x, y)$ ფუნქცია განსაზღვრულია R_0 -ზე და (φ, ψ, Q) აზრით დიფერენცირებადია E სიმრავლეზე ($E \subset R_0$, $|E| > 0$), და ამ სიმრავლის ყოველ წერტილზე არსებობენ კერძო წარმოებულები $f'_{(\lambda_1 x)_0}(x, y)$, $f'_{(\lambda_2 y)_0}(x, y)$; თუ (φ, ψ) აკმაყოფილებს S'' თვისებას, მაშინ თითქმის ყოველ (x, y) წერტილზე არსებობს $f(x, y)$ ფუნქციის ჩვეულებრივი ზუსტი დიფერენციალი.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Х. Синдаловский. Некоторые вопросы непрерывности и дифференцируемости измеримых функций. Изв. АН. СССР, 22, 1958.
2. С. А. Мчедлишвили. Об одной теореме Д. Ф. Егорова. Сообщения АН ГССР, XXXVIII : 1, 1965.
3. С. Сакс. Теория интеграла. ИЛ, 1949.

Г. С. ДАДУНАШВИЛИ

О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ РЕФЛЕКСИВНЫХ ЛОКАЛЬНО
 ВЫПУКЛЫХ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВ

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 1.2.1966)

Пусть E — локально выпуклое топологическое пространство, а f — функционал, определенный на E .

Справедлива следующая теорема¹. Дано конечное число линейных функционалов f_1, \dots, f_n на E ; C_1, \dots, C_n — заданные числа. Для того чтобы существовал элемент x такой, что $\sup_{\|f\|_{\xi} \neq 0} \frac{|x(f)|}{\|f\|_{\xi}} \leq M_{\xi}$ для любого $\xi \in \sum_{\bar{E}}$, и $f_i(x) = C_i$, $i = 1, \dots, n$, где $\sum_{\bar{E}}$ — семейство полунорм в \bar{E} и M_{ξ} — заданные постоянные, необходимо выполнение условия

$$\left| \sum_{i=1}^n h_i C_i \right| \leq M_{\xi} \left\| \sum_{i=1}^n h_i f_i \right\|_{\xi}$$

и достаточно, если в \bar{E} -сопряженном пространстве всюду плотно некоторое счетное множество для любых h_i , $i = 1, \dots, n$.

Теорема 1. Пусть E — локально выпуклое топологическое пространство и в сопряженном пространстве \bar{E} всюду плотно некоторое счетное множество, тогда всякий элемент из $\overline{\bar{E}}$, где $\overline{\bar{E}}$ — второе сопряженное пространство, есть слабый предел счетной последовательности элементов E .

Доказательство. Теорему надо понимать так: для любого элемента $F \in \overline{\bar{E}}$ существует последовательность $\{x_n\}_1^{\infty}$ из $x_n \in E$, $\lim_{n \rightarrow \infty} f(x_n) = F(f)$ для любого $f \in \bar{E}$.

Пусть f_1, \dots, f_n, \dots всюду плотное множество в \bar{E} . Построим элемент x_n такой, что $f_i(x_n) = F(f_i)$ $i = 1, \dots, n$. Такой элемент имеется на основании вышеприведенной теоремы.

Последовательность элементов $\{x_n\}_1^{\infty}$ слабо сходится. В самом деле, так как

¹ См. работу [1], стр. 73, 83, где изложены аналогичные теоремы для банаховых пространств.

1°. Функционал $f \in E$ представляется следующим образом:

$$f = \sum_1^m \alpha_i f_i + \sum_{m+1}^{\infty} \alpha_i f_i,$$

где m зависит от $\xi \in \sum \bar{E}$ и $\sum_{m+1}^{\infty} \alpha_i f_i$ можно считать достаточно малой для каждого $\xi \in \sum \bar{E}$,

2°. $f_k(x_n) \rightarrow F(f_k)$ для любого $k = 1, \dots, n$,

3°. Множества f_k образуют всюду плотные множества в \bar{E} , следовательно, $\lim_{n \rightarrow \infty} f(x_n) = F(f)$ для любого $f \in \bar{E}$.

Теорема доказана.

Пусть E — локально выпуклое топологическое пространство.

Определение 1. Ограниченная, симметричная, выпуклая, замкнутая окрестность $v_0 \subset E$ называется трансфинитно-замкнутой, если для любой трансфинитной последовательности $\{x_\xi\}$, $\xi < \Theta$, $x_\xi \in v_0$ существует элемент x_0 , для которого справедливо неравенство

$$\lim_{\xi \rightarrow \Theta} f(x_\xi) \cong f(x_0) \cong \overline{\lim}_{\xi \rightarrow \Theta} f(x_\xi) \text{ для любого } f \in E.$$

Теорема 2. Для того чтобы E было рефлексивным, необходимо и достаточно, чтобы каждая ограниченная, симметричная, выпуклая, замкнутая окрестность в E была трансфинитно-замкнутой.

Доказательство. Необходимость. Так как в рефлексивном локально выпуклом топологическом пространстве каждая ограниченная, симметричная, выпуклая, замкнутая окрестность v_0 слабо компактна в себе, то из каждой трансфинитной последовательности $\{x_\xi\}$, $\xi < \Theta$, $x_\xi \in v_0$ можно выделить обобщенную последовательность $\{x_{\xi_1}\}$, слабо сходящуюся к x_0 :

$$\lim_{\xi_1 \rightarrow \Theta} f(x_{\xi_1}) = f(x_0) \text{ для всех } f \in \bar{E}.$$

Очевидно, что

$$\lim_{\xi_1 \rightarrow \Theta} f(x_\xi) \cong f(x_0) \cong \overline{\lim}_{\xi \rightarrow \Theta} f(x_\xi) \text{ для любого } f \in \bar{E}.$$

Достаточность. Возьмем произвольный функционал $F \in \bar{E}$. Пусть ξ_0 — любое трансфинитное число. Построим для него какую-либо совокупность

$$G_{\xi_0} = \{f_1, \dots, f_\xi, \dots (\xi < \xi_0)\},$$

где $f_{\xi} \in v_0$, v_0 — окрестность нуля в \bar{E} и f_{ξ} все различны. Пусть E_{ξ_0} — линейное пространство, построенное на G_{ξ_0} . Пусть G_{ξ_0} — счетная совокупность, тогда, в силу теоремы 1, для f существует последовательность $\{x_n\}_1^{\infty}$ такая, что

$$\lim_{n \rightarrow \infty} f(x_n) = F(f), \quad f \in G_{\xi_0}.$$

Так как v_0 -окрестность трансфинитно-замкнута, то для последовательности $\{x_n\}_1^{\infty}$ также имеет место соотношение

$$\lim_{n \rightarrow \infty} f(x_n) \equiv f(x_0) \equiv \overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} f(x_n).$$

Таким образом, можно считать, что $f(x_0) = F(f)$.

Пользуясь методом трансфинитной индукции, нетрудно показать, что это верно для любого ξ .

Пусть в локально выпуклом топологическом пространстве E трансфинитная последовательность элементов x_{ξ} ($1 \equiv \xi < \Theta$) (через Θ будем всегда обозначать произвольное трансфинитное число, не имеющее предыдущего) Θ -сходится к элементу x_0 , если каждое выпуклое, замкнутое множество, содержащее все x_{ξ} , начиная с некоторого, содержит и x_0 .

В этом случае будем писать

$$x_{\xi} \xrightarrow{\Theta} x_0.$$

Множество ω назовем Θ -полным, если для каждой последовательности x_{ξ} ($1 < \xi < \Theta$) элементов ω имеется элемент $x_0 \in E$, к которому x_{ξ} -последовательность Θ -сходится. Множество $\omega \subset E$ называется трансфинитно-полным, если оно Θ -полно при любом Θ .

Лемма 1. Если все x_{ξ} принадлежат выпуклому, замкнутому множеству K и если $\lim_{\xi \rightarrow 0} f(x_{\xi}) \equiv f(x_0) \equiv \lim_{\xi \rightarrow 0} f(x_{\xi})$ для любого $f \in \bar{E}$, то $x_0 \in K$.

Допустим, что $x_0 \notin K$. Тогда найдется выпуклое, замкнутое множество $K' \subset K$, содержащее внутреннюю точку и не содержащее точку x_0 . Можно считать, что Θ является внутренней точкой K' . Тогда найдется такое t_0 , $0 < t_0 < 1$, что $t_0 x_0$ будет лежать на границе множества K' . Обозначим через $f_0(x) = 1$ гиперплоскость, опорную в точке $t_0 x_0$, где $t_0 < 1$.

Тогда $f_0(x) \equiv 1$ для всех $x \in K'$, поэтому

$$f_0(x_0) \equiv \lim_{\xi \rightarrow \Theta} f(x_{\xi}) \equiv 1.$$

С другой стороны,

$$f_0(t_0, x_0) = 1, \quad f_0(x_0) = \frac{1}{t_0} > 1.$$

Лемма доказана.

Лемма 2. Для того чтобы неравенства $\lim_{\xi \rightarrow \Theta} f(x_\xi) \cong f(x_0) \cong \overline{\lim}_{\xi \rightarrow \Theta} f(x_\xi)$ имели место для всех $f \in \overline{E}$, необходимо и достаточно, чтобы для любых $\varepsilon_0 > 0$ и $\xi < \Theta$ существовала такая линейная комбинация

$$\sum_{i=1}^N \mu_i x_{\xi_i} \quad (N > 0, \quad \mu \cong 0, \quad \sum_{i=1}^N \mu_i = 1, \quad \xi_i \cong \xi_0),$$

что для любого $\mu \in \sum_{\overline{E}}$, где $\sum_{\overline{E}}$ есть семейство полунорм в E ,

$$\left\| \sum_{i=1}^N \mu_i x_i - x_0 \right\|_{\mu} \cong \varepsilon_0, \quad \mu \in \sum_{\overline{E}},$$

где N зависит от $\overline{\mu}$.

Доказательство. Необходимость. Обозначим через K наименьшее выпуклое, замкнутое множество, содержащее все x_ξ для $\xi > \xi_0$. Тогда $x_0 \in K$ согласно лемме 1. Из способа построения K сразу следует неравенство

$$\left| \sum_{i=1}^N \mu_i x_i - x_0 \right|_{\mu} \cong \varepsilon_0, \quad \mu \in \sum_{\overline{E}}.$$

Достаточность. Пусть

$$\underline{\lim} f(x_\xi) < f(x_0)$$

и

$$f = f_0, \quad |f_0(x)| \cong \|x\|_{\mu}$$

для любого $\mu \in \sum_E$.

Тогда найдутся $\varepsilon_0 > 0$, $\xi_0 < \Theta$, для которых

$$f_0(x_\xi) < f_0(x_0) - \varepsilon \quad \text{для} \quad \xi > \xi_0.$$

Подберем теперь числа $\mu_i \xi_i$ для каждого $\mu \in \sum_E$ так, чтобы выполнялось неравенство

$$\left| \sum_{i=1}^{N_0} \mu_i x_{\xi_i} - x_0 \right|_{\mu} \cong \varepsilon_0.$$

Тогда получим

$$\varepsilon_0 \equiv \left| \sum_{i=1}^{N_n} \mu_i f_0(x_{\xi_i}) - f_0(x_0) \right| = \left| \sum_{i=1}^{N_n} \mu_i |f_0(x_{\xi_i}) - f_0(x_0)| \right| > \sum_{i=1}^{N_n} \mu_i \varepsilon_0 = \varepsilon_0.$$

Из полученного противоречия следует, что $\lim_{\xi \rightarrow \theta} f(x_\xi) \equiv f(x_0)$.

Лемма 3. Для того чтобы

$$\lim_{\xi \rightarrow \theta} f(x_\xi) \equiv f(x_0) \equiv \overline{\lim}_{\xi \rightarrow \theta} f(x_\xi) \text{ для всех } f \in \bar{E}, \text{ необходимо и достаточно}$$

но, чтобы $x_\xi \rightarrow x_0$.

Данная лемма является следствием лемм 1 и 2.

Лемма 4. Для того чтобы выпуклая, замкнутая, симметричная окрестность v_0 пространства E была θ -полной, необходимо и достаточно, чтобы каждая ограниченная убывающая трансфинитная последовательность $K_1 \supseteq K_2 \supseteq \dots \supseteq K_n \supseteq \dots$ выпуклых, замкнутых множеств имела непустое пересечение.

Необходимость. Обозначим через x_ξ произвольный элемент из K_ξ . Так как множество K_1 ограничено, то можно считать, что $x_\xi \in k_1$. В силу θ -полноты окрестности, существует элемент x_0 , к которому последовательность $\{x_\xi\}$ θ -сходится. По определению θ -сходимости, $x_0 \in K_\xi$ для любого $\xi < \theta$, так что необходимость доказана.

Достаточность. Пусть $x_\xi \in v_0$.

Обозначим через K_μ наименьшее выпуклое, замкнутое множество, содержащее все x_ξ для $\mu \equiv \xi < \theta$.

Тогда

$$K_1 \supseteq K_2 \supseteq K_3 \supseteq \dots \quad (1 \equiv \xi < \theta).$$

Но по теореме x_0 принадлежит всем K_ξ . В силу определения θ -сходимости,

$$\lim_{\xi \rightarrow \theta} x_\xi \rightarrow x_0.$$

В силу теоремы 2 и лемм 3,4 получаем следующую теорему.

Теорема 3. Для рефлексивности локально выпуклого топологического пространства E необходимо и достаточно, чтобы каждая трансфинитная ограниченная убывающая последовательность

$$K_1 \supseteq K_2 \supseteq K_3 \supseteq \dots \quad (1 \equiv \xi < \theta)$$

выпуклых, замкнутых множеств имела непустое пересечение.

Определение 2. Расстоянием $\rho(x_0, \omega)$ от точки x_0 до множества ω относительно полунормы $\xi \in \sum_E$ называется число

$$\left\{ \inf_{x \in \omega} \|x_0 - x\|_\xi \right\},$$



где

$$x \in \omega \subset E, x_0 \in E.$$

Теорема 4. Пусть E рефлексивное пространство. Тогда расстояние от любого элемента до любого подпространства достижимо для каждого $\xi \in \sum E$, где $\sum E$ — семейство полунорм в E .

Доказательство. Возьмем произвольную точку $x_0 \in E$ и произвольное подпространство E_0 . Для каждого $\xi \in \sum E$ имеем

$$\inf_{x \in E_0} \|x_0 - x\|_{\xi} = \inf_{x \in E_0} \|x_0 + tx\|_{\xi}.$$

Выделим из E_0 трансфинитную последовательность такую, что

$$\lim_{\eta \rightarrow 0} \|x_0 - x_{\eta}\|_{\xi} = \inf_{x \in E_0} \|x_0 - x\|_{\xi},$$

т. е.

$$\lim_{\eta \rightarrow 0} \|x_0 + t_{\eta} x_{\eta}\|_{\xi} = \inf_{x \in E_0} \|x_0 - x\|_{\xi}.$$

Не ограничиваясь общностью, будем считать, что последовательность $\{x_0 + t_{\eta} x_{\eta}\}$ убывающая относительно $\xi \in \sum E$.

Построим ограниченную убывающую последовательность выпуклых, замкнутых множеств

$$K_1^{\xi} \supseteq K_2^{\xi} \supseteq K_3^{\xi} \supseteq \dots$$

Очевидно, что в K_1^{ξ} входят все $x_0 + t_{\eta'} x_{\eta'}$, $\eta' \geq \eta$, кроме предыдущих.

Так как E — рефлексивное пространство, то, в силу теоремы 3 $\cap K_n^{\xi}$ — непустое множество. Таким образом, существует точка $x_0 + tx'$, где $\|x_0 + tx'\|_{\xi} = \inf \|x_0 + tx\|_{\xi}$ для каждого $\xi \in \sum E$.

Академия наук Грузинской ССР
Тбилисский математический
институт

им. А. М. Размадзе

(Поступило в редакцию 1.2.1966)

მათემატიკა

ბ. დადუნაშვილი

რეფლექსური ლოკალურად ამოწმებადი ტოპოლოგიური
სივრცის ზოგიერთი თვისების შესახებ

რეზიუმე

ეთქვათ, E რეფლექსური ლოკალურად ამოწმებადი ტოპოლოგიური სივრცეა, მაშინ მანძილი ნებისმიერი $x \in E$ წერტილიდან, ნებისმიერ E_1 ქვესივრცემდე, მიღწევადია E სივრცის ნახევრადნორმათა ოჯახის მიმართ.

დასრულებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. Рисс и В. Секефальвинад. Лекции по функциональному анализу. ИЛ, 1954.

Т. В. ВЕПХВАДЗЕ

ОБ ОДНОЙ ФОРМУЛЕ Я. В. УСПЕНСКОГО

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 22.6.1966)

§ 1. Пусть $r(n; a, a')$ обозначает число представлений натурального числа n формой

$$f = a(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2) + a'(x_4^2 + x_5^2 + x_6^2), \quad (1)$$

т. е. число решений уравнения $n = a(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2) + a'(x_4^2 + x_5^2 + x_6^2)$ в целых числах x_1, x_2, \dots, x_6 при заданных натуральных числах a и a' .

В 1916 г. Я. В. Успенский [1] получил формулу для числа представлений не делящегося на 3 натурального числа n формой

$$f = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + 3(x_4^2 + x_5^2 + x_6^2). \quad (2)$$

Затем Л. А. Коган [2] получил формулу для $r(n; 1, 3)$ в случае четных n .

С помощью целых модулярных форм Г. А. Ломадзе [3] в общем виде исследовал вопрос о нахождении точных формул для числа представлений чисел положительными диагональными квадратичными формами.

В настоящей статье методом Харди—Клоостермана просуммирован сингулярный ряд, соответствующий формам вида (1), и методом работы [3] получена формула для числа представлений произвольного числа n формой (2).

§ 2. В этом параграфе для удобства ссылок будут приведены некоторые известные результаты.

Пусть

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

(здесь и всюду в дальнейшем g, h — целые числа; N — натуральное число; τ — комплексная переменная с $\text{Im } \tau > 0$; $Q = \exp(2\pi i \tau)$), тогда

$$\vartheta_{00}^3(\tau; 0, 2a) \vartheta_{00}^3(\tau; 0, 2a') = 1 + \sum_{n=1}^{\infty} r(n; a, a') Q^n. \quad (4)$$

Известно ([4], лемма 2), что

$$\vartheta_{00}(\tau; 0, N) \vartheta_{01}(\tau; 0, N) \vartheta_{N0}(\tau; 0, N) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} (-1)^m (2m+1) Q^{\frac{N}{8}(2m+1)^2} \quad (5)$$

Далее, положим

$$\theta(\tau; a, a') = 1 + \sum_{n=1}^{\infty} \rho(n; a, a') Q^n, \quad (6)$$

где $\rho(n; a, a')$ — сингулярный ряд, определенный следующим образом:

$$\rho(n; a, a') = \frac{\pi^3}{(a a')^{3/2}} n^3 \sum_{q=1}^{\infty} A(q); \quad (7)$$

$$A(q) = q^{-6} \sum_{\substack{h \pmod q \\ (h, q)=1}} \exp\left(-2\pi i \frac{nh}{q}\right) S^3(ah, q) S^3(a'h, q); \quad (8)$$

$S(ah, q)$ — сумма Гаусса.

Лемма 1 ([3], лемма 10). Положим

$$\chi_p = 1 + A(p) + A(p^2) + \dots \quad (p\text{—простое число}). \quad (9)$$

Тогда

$$\sum_{q=1}^{\infty} A(q) = \prod_p \chi_p.$$

Лемма 2 (см., напр., [3], лемма 2). Целая модулярная форма $F(\tau)$ размерности $-r$, присоединенная к подгруппе $\Gamma_0(N)$, и делителя N тождественно равна нулю, если ее коэффициенты Фурье $A_m = 0$ для всех

$$m \leq \frac{r}{12} N \prod_{p|N} \left(1 + \frac{1}{p}\right).$$

Лемма 3 ([5], лемма 27). Пусть $L(k, m) = \sum_{\substack{u=1 \\ 2+u}}^{\infty} \left(\frac{m}{u}\right)^{1/2} u^k$ и ω —

бесквадратное число. Тогда

$$L(3, -1) = \frac{\pi^2}{32}; \quad L(3, -2) = \frac{3\pi^3}{64 \cdot 2^{1/2}};$$

$$L(3, -\omega) = \frac{\pi^3}{16\omega^{5/2}} \left\{ \sum_{1 \leq r \leq \frac{\omega}{4}} (\omega^2 - 16r^2) \left(\frac{r}{\omega}\right) + 3\omega^2 \sum_{\frac{\omega}{4} < r \leq \frac{\omega}{2}} \left(\frac{r}{\omega}\right) + \right. \\ \left. + 16 \sum_{\frac{\omega}{4} < r \leq \frac{\omega}{2}} r(r - \omega) \left(\frac{r}{\omega}\right) \right\} \text{ при } \omega \equiv 1 \pmod{4}, \omega > 1;$$

$$L(3, -\omega) = \frac{\pi^3}{2\omega^{5/2}} \sum_{1 \leq r \leq \frac{\omega}{2}} r(\omega - 2r) \left(\frac{r}{\omega}\right) \text{ при } \omega \equiv 3 \pmod{4};$$

$$\begin{aligned}
 L(3, -\omega) &= \frac{\pi^2}{32 \omega^{5/2}} \left\{ \sum_{1 \leq r \leq \frac{\omega}{16}} (3\omega^2 - 256r^2) \left(\frac{r}{\frac{1}{2}\omega} \right) + \right. \\
 &+ 4\omega \sum_{\frac{\omega}{16} < r \leq \frac{3\omega}{16}} (\omega - 8r) \left(\frac{r}{\frac{1}{2}\omega} \right) + 13\omega^2 \sum_{\frac{3\omega}{16} < r \leq \frac{\omega}{4}} \left(\frac{r}{\frac{1}{2}\omega} \right) - \\
 &- 128 \sum_{\frac{3\omega}{16} < r \leq \frac{\omega}{4}} r(\omega - 2r) \left(\frac{r}{\frac{1}{2}\omega} \right) \left. \text{при } \omega \equiv 2 \pmod{8}, \omega > 2; \right. \\
 L(3, -\omega) &= \frac{\pi^2}{32 \omega^{5/2}} \left\{ 32\omega \sum_{1 \leq r \leq \frac{\omega}{16}} r \left(\frac{r}{\frac{1}{2}\omega} \right) - \right. \\
 &- \omega^2 \sum_{\frac{\omega}{16} < r \leq \frac{3\omega}{16}} \left(\frac{r}{\frac{1}{2}\omega} \right) + 64 \sum_{\frac{\omega}{16} < r \leq \frac{3\omega}{16}} r(\omega - 4r) \left(\frac{r}{\frac{1}{2}\omega} \right) + \\
 &+ 8\omega \sum_{\frac{3\omega}{16} < r \leq \frac{\omega}{4}} (\omega - 4r) \left(\frac{r}{\frac{1}{2}\omega} \right) \left. \right\} \text{при } \omega \equiv 6 \pmod{8}.
 \end{aligned}$$

§ 3. В этом параграфе получены удобные формулы для вычисления суммы ряда (7).

Лемма 4. Пусть $n = 2^{\alpha} m$ ($\alpha > 0$, $2 \nmid m$), $2 \nmid a$, $a' = 2^{\gamma} b$ ($\gamma > 0$, $2 \nmid b$), $(a, b) = 1$. Тогда

1) при $2 \mid \gamma$

$$\begin{aligned}
 \chi_a &= 3 \cdot 2^{-\frac{\alpha+1}{2}} && \text{если } 0 < \alpha < \gamma - 3, \quad 2 \nmid \alpha; \\
 &= \left(1 - (-1)^{\frac{m+1}{4}} \right) 2^{-\frac{\alpha}{2} - 1}, && \text{если } 0 < \alpha < \gamma - 3, \quad 2 \mid \alpha, \quad m \equiv -a^{\dagger}; \\
 &= 3 \cdot 2^{-\frac{\alpha}{2} - 1}, && \text{если } 0 < \alpha < \gamma - 3, \quad 2 \mid \alpha, \quad m \equiv a; \\
 &= 2^{-\frac{\alpha}{2} - 1} \left(2 + (-1)^{\frac{m-1}{2}} \right), && \text{если } \alpha = \gamma - 2; \\
 &= 3 \cdot 2^{-\frac{\alpha+1}{2}} && \text{если } \alpha = \gamma - 1; \\
 &= \left(4 - (-1)^{\frac{m-a}{2}} \right) 2^{-\frac{\alpha}{2} - 2}, && \text{если } \alpha = \gamma, \quad a \equiv b; \\
 &= 2^{-\frac{\alpha}{2}} && \text{если } \alpha = \gamma, \quad a \equiv -b;
 \end{aligned}$$

[†] Здесь все сравнения взяты по модулю 4.

$$\begin{aligned} \chi_2 &= \left(2^{2\alpha-2\gamma+2} - (-1)^{\frac{m-a}{2}} \right) 2^{-2\alpha+\frac{3\gamma}{2}-2}, \quad \text{если } \alpha > \gamma + 1, 2|\alpha, a \equiv b; \\ &= \frac{1}{15} \left\{ 19 - (31 \cdot 2^{-2\alpha+2\gamma} - 1) (-1)^{\frac{a+b}{4}} - 2^{-2\alpha+2\gamma+2} \right\} 2^{-\frac{\gamma}{2}}, \\ &= \left(2^{2\alpha-2\gamma+2} + (-1)^{\frac{3(a+b)-2m}{4}} \right) 2^{-2\alpha+\frac{3\gamma}{2}-2}, \quad \text{если } \alpha > \gamma + 1, 2 \nmid \alpha, a \equiv b; \\ &= \frac{1}{15} \left\{ 19 - 31 \cdot 2^{-2\alpha+2\gamma} + (1 - 2^{-2\alpha+2\gamma+2}) (-1)^{\frac{a+b}{4}} \right\} 2^{-\frac{\gamma}{2}}, \\ & \quad \text{если } \alpha > \gamma + 1, 2 \nmid \alpha, a \equiv -b; \end{aligned}$$

2) при $2 \nmid \gamma$

χ_2 принимает те же значения, что и при $2|\gamma$, если $0 < \alpha < \gamma - 3$:

$$\begin{aligned} \chi_2 &= 3 \cdot 2^{-\frac{\alpha+1}{2}}, \quad \text{если } \alpha = \gamma - 2; \\ &= \left(2^{2\alpha-2\gamma+5} - (-1)^{\frac{m+a-2b}{4}} \right) 2^{-2\alpha+\frac{3\gamma-9}{2}}, \quad \text{если } \alpha > \gamma - 1, 2|\alpha, m \equiv a; \\ &= \left(2^{2\alpha-2\gamma+5} + (-1)^{\frac{m+a}{4}} \right) 2^{-2\alpha+\frac{3\gamma-9}{2}}, \quad \text{если } \alpha > \gamma - 1, 2|\alpha, m \equiv -a, \\ &= \left(1 - 2^{-2\alpha+2\gamma-5} (-1)^{\frac{m+b-2a}{4}} \right) 2^{-\frac{\gamma-1}{2}}, \quad \text{если } \alpha > \gamma - 1, 2 \nmid \alpha, m \equiv b; \\ &= \left(2^{-2\alpha+2\gamma+5} + (-1)^{\frac{m+b}{4}} \right) 2^{-2\alpha+\frac{3\gamma-9}{2}}, \quad \text{если } \alpha > \gamma - 1, 2 \nmid \alpha, m \equiv -b. \end{aligned}$$

Доказательство. Если в формуле (8) положим $q = 2^\lambda$, а затем вместо h введем новую переменную суммирования y , определенную с помощью сравнения $h = aby \pmod{2^\lambda}$, то получим

$$A(2^\lambda) = 2^{-6\lambda} \sum_{\substack{y \pmod{2^\lambda} \\ (y, 2) = 1}} \exp(-2\pi i 2^{-\alpha-\lambda} mab y) S^3(a^2 by, 2^\lambda) S^3(2\gamma b^2 ay, 2^\lambda).$$

Далее, рассуждая почти так же, как и при доказательстве леммы 20 работы [3], и принимая во внимание выражение (9), получаем утверждаемое.

Лемма 5. Пусть $p > 2$, $p^l \parallel \Delta$ (Δ — определитель формы (1)), $p^\beta \parallel n$, $(a, a') = 1$. Далее, пусть \bar{a} и \underline{a} те из a и a' , для которых соответственно $p^l | \bar{a}$ и $p^l \nmid \underline{a}$. Тогда

$$\begin{aligned} \chi_p &= (1 + p^{-1}) \left(1 - p^{-\frac{\beta+1}{2}} \right), \quad \text{если } l > \beta + 1, 2 \nmid \beta; \\ &= (1 + p^{-1}) \left(1 - p^{-\frac{\beta}{2}} \right) + p^{-\frac{\beta}{2}} \left(1 + \left(\frac{-a}{p} \right) \left(\frac{p^{-\beta} n}{p} \right) p^{-1} \right), \\ & \quad \text{если } l > \beta + 1, 2|\beta; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \chi_p &= (1 + p^{-1}) \left(1 - p^{-\frac{l-1}{2}}\right) + p^{-\frac{l-1}{2}} \left\{1 + \left(\frac{-p^{-\beta} n}{p}\right) \times \right. \\ &\quad \left. \times \left(\frac{a}{p}\right)^{\beta+1} \left(\frac{p^{-l} \bar{a}}{p}\right)^{\beta} p^{-2\beta+2l-3}\right\}, \quad \text{если } l < \beta, 2 \nmid l; \\ &= (1 + p^{-1}) \left(1 - p^{-\frac{l}{2}}\right) + p^{-\frac{l}{2}} \left(1 - \left(\frac{-p^{-l} a \bar{a}}{p}\right) p^{-3}\right) \left(1 - \right. \\ &\quad \left. - \left(\frac{-p^{-l} a \bar{a}}{p}\right) p^{-2}\right)^{-1} \left(1 - \left(\frac{-p^{-l} \bar{a} a}{p}\right)^{\beta+1} p^{-2\beta+2l-3}\right), \\ &\quad \text{если } l < \beta, 2 \mid l. \end{aligned}$$

Доказательство. Пусть q нечетное. Положив $I(q) = i^{1/4(q-1)^2}$, $q = (q, a) q_1$, $q = (q, a') q'_1$, $a = (q, a) a_1$, $a' = (q, a') a'_1$, из формулы (8) получим

$$\begin{aligned} A(q) &= q^{-3} (q, a)^{3/2} (q, a')^{3/2} \left(\frac{a_1}{q_1}\right) \left(\frac{a'_1}{q'_1}\right) I^3(q_1) I^3(q'_1) \times \\ &\quad \times \sum_{\substack{h \bmod q \\ (h, q)=1}} \exp\left(-2\pi i \frac{nh}{q}\right) \left(\frac{h}{q_1 q'_1}\right), \end{aligned}$$

откуда, взяв $q = p^\lambda$ и приняв во внимание, что $(a, a') = 1$, получим

$$\begin{aligned} A(p^\lambda) &= p^{-3\lambda} \cdot p^{\frac{3}{2} \min(\lambda, l)} \left(\frac{a}{p}\right)^\lambda \left(\frac{p^{-\min(\lambda, l)} \bar{a}}{p}\right)^{\lambda - \min(\lambda, l)} I^3(p^\lambda) \times \\ &\quad \times I^3(p^{\lambda - \min(\lambda, l)}) \left(\frac{-1}{p}\right)^{\min(\lambda, l)} \sum_{\substack{h \bmod p^\lambda \\ (h, p)=1}} \exp\left(2\pi i \frac{nh}{p}\right) \left(\frac{h}{p}\right)^{\min(\lambda, l)}. \end{aligned}$$

Далее, рассуждая почти так же, как и при доказательстве леммы 21 работы [3], и принимая во внимание выражение (9), получаем утверждаемое.

Лемма 6. Пусть $n = 2^\alpha m = 2^\alpha u v$, $(m, 2) = 1$, $aa' = r^2 \omega$,

$$u = \prod_{\substack{p \mid n \\ p \nmid 2aa'}} p^\beta, \quad v = \prod_{\substack{p \mid n \\ p \mid aa', p > 2}} p^\beta.$$

Тогда

$$\begin{aligned} \rho(n; a, a') &= \frac{\pi^3 2^{2\alpha-1} v^2}{(aa')^{3/2}} \chi_2 \prod_{\substack{p \mid aa' \\ p > 2}} \chi_p \prod_{\substack{p \mid r \\ p \mid 2}} \left(1 - \left(\frac{-\omega}{p}\right) p^{-3}\right)^{-1} \times \\ &\quad \times L^{-1}(3, -\omega) \sum_{d_1 d_2 = u} \left(\frac{-aa'}{d_1}\right) d_2^2, \end{aligned}$$



причем значения величин χ_2 , χ_p и $L(3, -\omega)$ даны соответственно в леммах 4, 5 и 3.

Доказательство. Пусть $p > 2$, $p^3 | n$, $p \nmid aa'$. Тогда в лемме 5, положив $l = 0$, получим

$$\chi_p = \left(1 - \left(\frac{-aa'}{p} \right) p^{-3} \right) \sum_{d|p^3} \left(\frac{-aa'}{d} \right). \quad (10)$$

Если теперь $p \nmid 2aa'$, т. е. $l = \beta = 0$, то из формулы (10) получим

$$\chi_p = 1 - \left(\frac{-aa'}{p} \right) p^{-3}. \quad (11)$$

Из леммы 1, формул (10), (11) и (7) следует утверждаемое.

§ 4. В настоящем параграфе рассматривается представление чисел формой

$$f = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + 3(x_4^2 + x_5^2 + x_6^2).$$

Теорема 1. *Имеет место тождество*

$$\begin{aligned} & \vartheta_{00}^3(\tau; 0, 2) \vartheta_{00}^3(\tau; 0, 6) = \theta(\tau; 1, 3) + \\ & + \vartheta_{00}(\tau; 0, 2) \vartheta_{01}(\tau; 0, 2) \vartheta_{20}(\tau; 0, 2) \vartheta_{00}(\tau; 0, 6) \vartheta_{01}(\tau; 0, 6) \vartheta_{00}(\tau; 0, 6). \end{aligned} \quad (12)$$

Доказательство. Так же, как и в лемме 23 работы [3], можно показать, что функция

$$\begin{aligned} \psi(\tau) = & \vartheta_{00}^3(\tau; 0, 2) \vartheta_{00}^3(\tau; 0, 6) - \theta(\tau; 1, 3) - \\ & - \vartheta_{00}(\tau; 0, 2) \vartheta_{01}(\tau; 0, 2) \vartheta_{20}(\tau; 0, 2) \vartheta_{00}(\tau; 0, 6) \vartheta_{01}(\tau; 0, 6) \vartheta_{00}(\tau; 0, 6) \end{aligned}$$

является целой модулярной формой размерности -3 , присоединенной к подгруппе $\Gamma_0(12)$, и делителя 12.

Согласно лемме 2, функция $\psi(\tau)$ будет тождественно равна нулю, если коэффициенты при Q^n для всех

$$n < \frac{3}{12} \cdot 12 \prod_{p|12} \left(1 + \frac{1}{p} \right) = 6$$

в разложении $\psi(\tau)$ по степеням Q равняются нулю.

Положив в леммах 4, 5 и 6

$a = b = 1$, $a' = 3$, $\gamma = 0$, $n = 2^\alpha 3^\beta u$, $(u, 6) = 1$, $\omega = 3$, $r = 1$, получим

$$\rho(n; 1, 3) = \frac{\pi^3 2^{3\alpha-1} \cdot 3^{3\beta} \chi_2 \chi_3}{3^{3/2} L(3, -3)} \sum_{d_1 d_2 = u} \left(\frac{-3}{d_1} \right) d_2^3,$$

где

$$\begin{aligned} \chi_2 = & 1 \text{ при } \alpha = 0, \\ = & \frac{2^{-2\alpha}}{5} (2^{2\alpha+1} + (-1)^\alpha \cdot 3) \text{ при } \alpha > 0; \end{aligned}$$

$$\chi_3 = 3^{-2\beta-1} \left(3^{2\beta+1} - (-1)^\alpha \left(\frac{u}{3} \right) \right);$$

$L(3, -3) = \frac{\pi^3}{2 \cdot 3^{5/2}}$, согласно лемме 3. Следовательно, если $n = 2^\alpha 3^\beta u$, $(u, 6) = 1$, тогда

$$\begin{aligned} \rho(n; 1, 3) &= \left(3^{2\beta+1} - \left(\frac{u}{3} \right) \right) \sum_{d_1 d_2 = u} \left(\frac{d_1}{3} \right) d_2^2 \quad \text{при } \alpha = 0; \\ &= \frac{3}{5} \left(2^{2\alpha+1} + (-1)^\alpha \cdot 3 \right) \left(3^{2\beta+1} - (-1)^\alpha \left(\frac{u}{3} \right) \right) \sum_{d_1 d_2 = u} \left(\frac{d_1}{3} \right) d_2^2 \quad \text{при } \alpha > 0. \end{aligned} \quad (13)$$

Из формулы (3) следует

$$\begin{aligned} \mathfrak{F}_{00}^3(\tau; 0, 2) \mathfrak{F}_{00}^3(\tau; 0, 6) &= 1 + 6Q + 12Q^2 + 14Q^2 + \\ &\quad + 42Q^4 + 96Q^5 + 84Q^6 + \dots; \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \mathfrak{F}_{00}(\tau; 0, 2) \mathfrak{F}_{01}(\tau; 0, 2) \mathfrak{F}_{20}(\tau; 0, 2) \mathfrak{F}_{00}(\tau; 0, 6) \mathfrak{F}_{01}(\tau; 0, 6) \mathfrak{F}_{60}(\tau; 0, 6) &= \\ &= 4Q - 12Q^3 + 8Q^7 + \dots \end{aligned} \quad (15)$$

Вычислив значения $\rho(n; 1, 3)$ для всех $n < 6$ по формулам (13) и подставив их в (6), получим

$$\theta(\tau; 1, 3) = 1 + 2Q + 12Q^2 + 26Q^3 + 42Q^4 + 96Q^5 + 84Q^6 + \dots \quad (16)$$

Приняв во внимание формулы (14) — (16), нетрудно проверить, что все коэффициенты при Q^n ($n < 6$) в разложении $\psi(\tau)$ по степеням Q равны нулю. Итак, тождество (12) доказано.

Теорема 1^a. Пусть $n = 2^\alpha 3^\beta u$, $(u, 6) = 1$. Тогда

$$\begin{aligned} r(n; 1, 3) &= \left(3^{2\beta+1} - \left(\frac{u}{3} \right) \right) \sum_{d_1 d_2 = u} \left(\frac{d_1}{3} \right) d_2^2 + 4 \sum_{\substack{4n = x^2 + 3y^2 \\ 2+x, 2+y, x>0, y>0}} (-1)^{\frac{xy-1}{2}} xy \\ &\quad \text{при } \alpha = 0; \\ &= \frac{3}{5} \left(2^{2\alpha+1} + (-1)^\alpha \cdot 3 \right) \left(3^{2\beta+1} - (-1)^\alpha \left(\frac{u}{3} \right) \right) \sum_{d_1 d_2 = u} \left(\frac{d_1}{3} \right) d_2^2 \\ &\quad \text{при } \alpha > 0. \end{aligned} \quad (17)$$

Доказательство. Приравнявая коэффициенты при одинаковых степенях Q в обеих частях тождества (12) и принимая во внимание формулы (4) и (6), получаем

$$r(n; 1, 3) = \rho(n; 1, 3) + v(n), \quad (18)$$

где $v(n)$ обозначает коэффициент при Q^n в разложении функции

$$\mathfrak{F}_{00}(\tau; 0, 2) \mathfrak{F}_{01}(\tau; 0, 2) \mathfrak{F}_{20}(\tau; 0, 2) \mathfrak{F}_{00}(\tau; 0, 6) \mathfrak{F}_{01}(\tau; 0, 6) \mathfrak{F}_{60}(\tau; 0, 6)$$

по степеням Q .

Из формулы (5) следует

$$\begin{aligned} & \vartheta_{00}(\tau; 0, 2) \vartheta_{01}(\tau; 0, 2) \vartheta_{20}(\tau; 0, 2) \vartheta_{00}(\tau; 0, 6) \vartheta_{01}(\tau; 0, 6) \vartheta_{60}(\tau; 0, 6) = \\ & = \sum_{m_1, m_2 = -\infty}^{\infty} (-1)^{m_1+m_2} (2m_1+1)(2m_2+1) Q^{\frac{1}{4}((2m_1+1)^2+3(2m_2+1)^2)}, \end{aligned}$$

откуда

$$\nu(n) = \sum_{4n=(2m_1+1)^2+3(2m_2+1)^2} (-1)^{m_1+m_2} (2m_1+1)(2m_2+1) = 4 \sum_{\substack{4n=x^2+3y^2 \\ 2+x, 2+y, x>0, y>0}} (-1)^{\frac{xy-1}{2}} xy. \quad (19)$$

Очевидно, что $\nu(n) = 0$ при $2|n$.

Из формул (18), (13) и (19) следует утверждаемое.

Тбилисский государственный университет

(Поступило в редакцию 22.6.1966)

მათემატიკა

თ. ვეფხვაძე

შსპენსკის ერთი ფორმულის შესახებ

რეზიუმე

წინამდებარე შრომაში შეჯამებულია (1) სახის ფორმების შესახების სინგულარული მწკრივი და მიღებულია ფორმულა ნებისმიერი ნატურალური რიცხვის წარმოდგენათა რაოდენობისათვის ფორმით $x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + 3(x_4^2 + x_5^2 + x_6^2)$.

დასოფნებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Я. В. Успенский. О числе представлений чисел некоторыми квадратичными формами с четырьмя и шестью переменными. Сообщения Харьковского Математического Общества, II сер., 15, 1916, 81—147.
2. Л. А. Жоган. О представлении чисел некоторыми квадратичными формами с шестью переменными. Ученые записки Ташкентского гос. пед. ин-та им. Низами, т. 38, вып. 2, 1963, 3—22.
3. Г. А. Ломадзе. О представлении чисел некоторыми квадратичными формами с шестью переменными. Труды Тбилисского гос. ун-та, 117, 1966, 7—43.
4. Г. А. Ломадзе. К арифметическому смыслу некоторых коэффициентов. Сообщения АН СССР, XLI:2, 1966, 257—263.
5. H. Streefkerk. Over het aantal oplossingen der diophantische vergelijking

$$u = \sum_{i=1}^s (A x_i^2 + B x_i + C). \quad \text{Amsterdam, 1943.}$$

Г. А. КАРАСЕВ

О n -НИЛЬПОТЕНТНЫХ ГРУППАХ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 25.6.1966)

В исследованиях по теории групп важное место занимает изучение групп, близких в том или ином смысле к абелевым или к конечным. К группам такого типа можно отнести n -абелевые, n -разрешимые и n -нильпотентные группы [1], которые являются обобщениями соответственно абелевых, разрешимых, nilпотентных групп и обладают рядом интересных свойств. Изучению указанных классов групп и связанных с ними понятий посвящены работы Бэра [1], Леви [2], Грюна [3, 4] и автора [5]. Ряд результатов, относящихся к этому кругу вопросов, содержится также в работах Бэра [6, 7], Грюна [8], Хобби [9], Ш. С. Кемхадзе [10] и др. В настоящей работе приводятся новые свойства n -нильпотентных групп, обобщаются некоторые результаты Леви [2], Грюна [3].

§ 1. Введем основные определения и обозначения. Пусть n —некоторое целое число.

Определение 1. n -Коммутатором элементов x и y группы G назовем элемент $[x, y]_n = (xy)^n x^{-n} y^{-n}$.

Определение 2. Взаимным n -коммутантом двух подгрупп X и Y группы G называется подгруппа $[X, Y]_n$, порожденная всеми n -коммутаторами $[x, y]_n$, где $x \in X, y \in Y$ [7].

Легко видеть, что $[X, Y]_0 = [X, Y]_1 = 1$, а $[X, Y]_{-1} = [X, Y]$, где $[X, Y]$ —взаимный коммутант подгрупп X и Y .

Известно также (см., например, [4]), что

1.1. Если $X \triangleleft G, Y \triangleleft G^1$, то $[X, Y]_n \triangleleft G, [X, Y]_n = [Y, X]_n = [X, Y]_{1-n} \subseteq [X, Y]$.

1.2. Если $X \triangleleft G, Y \triangleleft G$, то $[X, Y^n \cap Y^{n-1}] \subseteq [X, Y]_n$ (если G —некоторая группа, то через G^n обозначается подгруппа, порожденная n -ми степенями всех элементов группы G).

Определение 3. Группа G называется n -абелевой, если $[G, G]_n = 1$, т. е. для любых ее элементов x и y выполняется $(xy)^n = x^n y^n$.

† Знак \triangleleft означает инвариантность подгруппы в группе.



В частности, при $n = -1$ и $n = 2$ n -абелева группа является абелевой.

Определение 4. n -Центром $Z(G, n)$ группы G называется совокупность всех ее элементов z со свойством $(zg)^n = z^n g^n$ и $(gz)^n = g^n z^n$ для любого элемента $g \in G$.

Легко видеть, что n -центр является характеристической подгруппой и $Z(G, -1) = Z(G)^{[1]}$. Из 1.1 следует

$$1.3. HZ(G, n) = Z(G, 1 - n) \text{ (см. [1]).}$$

Нетрудно доказывается следующая теорема:

1.4. Пересечение максимальных n -абелевых подгрупп произвольной группы G совпадает с ее n -центром.

Бэром [1] введено следующее определение:

Определение 5. Группа G называется n -нильпотентной, если она обладает верхним n -центральной рядом, т. е. рядом подгрупп $1 = Z_0 \subset Z_1 \subset \dots \subset Z_i \subset Z_{i+1} \subset \dots \subset Z_k = G$, где $Z_{i+1}/Z_i = Z(G/Z_i, n)$, $i = 0, 1, \dots, k-1$.

Существование верхнего n -центрального ряда в n -нильпотентной группе эквивалентно существованию нижнего n -центрального ряда группы G : $G = G_0 \supset \dots \supset G_i \supset G_{i+1} \supset \dots \supset G_k = 1$, $G_{i+1} = [G_i, G]_n$, $i = 0, 1, \dots, k-1$, причем оба ряда имеют одну и ту же длину k , которую будем называть классом n -нильпотентности группы G и обозначать ${}^n k(G)$. Через $k(G)$ будем обозначать класс нильпотентности группы G .

Отметим, что нильпотентная группа является n -нильпотентной при любом целом n , а при $n = -1$ и $n = 2$ n -нильпотентная группа является нильпотентной. Следующая теорема дает еще одно эквивалентное определение n -нильпотентной группы:

1.5. Группа G является n -нильпотентной и ${}^n k(G) \leq k$ тогда и только тогда, когда в ней выполняется тождественное соотношение $[\dots [x_0, x_1]_n, x_2]_n, \dots, x_k]_n = 1$.

§ 2. В этом параграфе приведем ряд свойств взаимных n -коммутантов и некоторые следствия из них. Результаты этого параграфа существенно используются при доказательстве основных теорем настоящей работы, но и сами по себе они представляют некоторый интерес. Будем предполагать всюду в этом параграфе, что X и Y — инвариантные подгруппы G .

Через $\Pi(n)$ будем обозначать множество всех простых делителей числа n , $\Pi'(n)$ — множество всех простых чисел, не содержащихся в $\Pi(n)$.

Справедливы следующие соотношения:

$$2.1. [X, Y]_{mn} \subseteq [X, Y]_m \cdot [X, Y]_n, \quad m \text{ и } n \text{ — произвольные целые числа.}$$

¹ $Z(G)$ — центр группы G .

2.2. $[X, Y]_{k(m-1)m+n} \subseteq [X, Y]_m \cdot [X, Y]_n$, k, m, n — целые числа.

2.3. Если по крайней мере одна из подгрупп X или Y является $\Pi(n)$ -группой, то $[X, Y]_n = [X, Y]_{n+1}$.

2.4. $[X, Y^n] \subseteq [X, Y]_n [X, Y]_{n+1}$.

Из 2.4 следует

2.4°. Если по крайней мере одна из подгрупп X или Y является $\Pi'(n)$ -группой, то $[X, Y] = [X, Y]_n [X, Y]_{n+1}$.

2.5. $[X, Y] = [X, Y]_{n-1} \cdot [X, Y]_n [X, Y]_{n+1}$ при любом целом n .

2.6. Если подгруппы X_1, X_2, \dots, X_s инвариантны в G , то

$$\left[\prod_{i=1}^s X_i, G \right]_n = \prod_{i=1}^s [X_i, G]_n \text{ при любом целом } n.$$

Замечание. Утверждение 2.2 для частного случая $X = Y = G$, $m = n$, $k > 0$ и 2.5 при $X = Y = G$ доказаны в работе [3].

Эти результаты позволяют получить ряд свойств n -центров некоторой группы G :

2.7. $Z(G; m) \cap Z(G, n) \subseteq Z(G, mn)$, m, n — произвольные целые числа.

2.8. $Z(G, m) \cap Z(G, n) \subseteq Z(G, km(m-1) + n)$, k, m, n — произвольные целые числа.

2.9. Если группа G является $\Pi(n)$ -группой, то $Z(G, n) = Z(G, n+1)$.

2.10. Если n -центр группы G не содержит элементов, порядки которых делят число n , то $Z(G) = Z(G, n) \cap Z(G, n+1)$.

2.11. Если n -центр не содержит элементов, порядки которых делят число $n(n-1)$, то $Z(G) = Z(G, n)$.

2.12. В произвольной группе $Z(G) = Z(G, n-1) \cap Z(G, n) \cap Z(G, n+1)$ при любом целом n .

§ 3. Пусть G — некоторая группа. Через $\nu(G)$ обозначим множество всех таких чисел n , для которых группа G является n -нильпотентной; $\nu_1(G)$ — множество всех таких целых чисел n , для которых группа G является n -абелевой. Свойства множества $\nu_1(G)$ изучались Леви в работе [2].

Легко видеть, что $0, 1 \in \nu(G)$ для произвольной группы G , если же группа G нильпотентна, то $\nu(G)$ совпадает с множеством всех целых чисел. Для получения других свойств множества $\nu(G)$ используется

Лемма. Пусть в группе G для любых инвариантных подгрупп X, X_1, \dots, X_k и некоторой инвариантной подгруппы A выполняются соотношения

1) $[X, A]_n \subseteq [X, G]_{n_1} \cdot [X, G]_{n_2} \dots [X, G]_{n_s}$; n_1, \dots, n_s — некоторые целые числа;



$$2) \left[\prod_{i=1}^k X_i, A \right]_n = \prod_{i=1}^k [X_i, A]_n.$$

Если при этом $n_1, n_2, \dots, n_s \in \nu(G)$, то в группе G существует ряд подгрупп $G = G_0 \supset \dots \supset G_l \supset G_{l+1} \supset \dots \supset G_e = 1$, где $G_{i+1} = [G_i, A]_n$.

$$i = 0, 1, \dots, l-1, \quad l \cong \sum_{i=1}^s {}^n k(G) - s + 1.$$

С помощью этой леммы, а также результатов § 1 и 2 (см. соответственно 1.1, 2.1, 2.2, 2.3, 1.2, 2.4, 2.5) доказываются следующие утверждения:

3.1. Если $n \in \nu(G)$, то $1 - n \in \nu(G)$ и ${}^n k(G) = 1 - {}^n k(G)$.

3.2. Если $m, n \in \nu(G)$, то $mn \in \nu(G)$, ${}^{mn} k(G) \cong {}^m k(G) + {}^n k(G) - 1$.

3.3. Если $m, n \in \nu(G)$, то $l = k(m-1) + n \in \nu(G)$ для любого целого числа k и ${}^l k(G) \cong {}^m k(G) + {}^n k(G) - 1$.

Из 3.3 следует, в частности, что множество $\nu(G)$ распадается на полные классы вычетов по некоторому модулю (например, по модулю $m(m-1)$ в условиях теоремы 3.3).

3.4. Если группа G является $\Pi(n)$ -группой, то $n \in \nu(G)$ тогда и только тогда, когда $(n+1) \in \nu(G)$. При этом ${}^n k(G) = {}^{n+1} k(G)$.

3.5. Если $n \in \nu(G)$, то в группе G существует ряд подгрупп $G = G_0 \supset G_1 \supset \dots \supset G_l \supset G_{l+1} \supset \dots \supset G_s = 1$, где $G_{i+1} = [G_i, G^n \cap G^{n-1}]$, $i = 0, 1, \dots, s-1$; $s \cong {}^n k(G)$.

Отсюда следует, в частности,

3.5.1. Если $n \neq 0$, $n \neq 1$, то произвольная n -нильпотентная группа является расширением нильпотентной группы с помощью группы, являющейся прямым произведением двух групп, экспоненты которых делят соответственно числа n и $n-1$.

3.5.2. Если n -нильпотентная группа порождается n -ми и $(n-1)$ -ми степенями своих элементов (например, является $\Pi'[n(n-1)]$ -группой), то она нильпотентна и $k(G) = {}^n k(G)$.

3.6. Если $n, n+1 \in \nu(G)$, то в группе G существует ряд подгрупп $G = G_0 \supset \dots \supset G_l \supset G_{l+1} \supset \dots \supset G_s = 1$, где $G_{i+1} = [G_i, G^n]$, $i = 0, 1, \dots, s-1$, причем $s \cong {}^n k(G) + {}^{n+1} k(G) - 1$.

Из 3.6 следует, в частности,

3.6.1. Если $n, n+1 \in \nu(G)$, то группа G является расширением нильпотентной группы с помощью группы, экспонента которой делит число n . (Утверждение этого следствия справедливо, например, для n -нильпотентной $\Pi(n)$ -группы ввиду 3.4).

3.6.2. Если $n, n+1 \in \nu(G)$ и группа порождается n -ми степенями своих элементов (например, является $\Pi'(n)$ -группой), то она нильпотентна и $k(G) \cong {}^n k(G) + {}^{n+1} k(G) - 1$.

3.7. Если какие-либо три последовательных числа $n-1, n, n+1$ содержатся в $\nu(G)$, то группа G нильпотентна и $k(G) \cong {}^{n-1}k(G) + {}^nk(G) + {}^{n+1}k(G) - 2$.

Отметим также вытекающее из 2.11 утверждение

3.8. Если $n \in \nu(G)$ и все факторы верхнего n -центрального ряда группы G не содержат элементов, порядки которых делят число $n(n-1)$, то группа G является нильпотентной и ${}^nk(G) = k(G)$.

Замечание. Справедливость всех утверждений этого параграфа сохранится, если мы заменим всюду $\nu(G)$ на $\nu_1(G)$, а слово "нильпотентная" — словом "абелева". Полученные предложения будут вытекать как следствия из соответствующих утверждений.

§ 4. В заключение мы хотим ввести понятия, обобщающие понятие нормализатора подгруппы в группе и понятие N -группы.

Определение 6. Мы будем говорить, что подгруппа B n -нормализует подгруппу A в G , если $A \subseteq B$ и $b^{-1}Ab \subseteq A$ для любого $b \in B$.

То, что это понятие действительно обобщает понятие нормализатора, показывают следующие предложения:

4.1. Если подгруппа B (-1) -нормализует подгруппу A в группе G , то $B \subseteq N(A)$.

4.2. Если $A \subseteq B \subseteq N(A)$, то B n -нормализует подгруппу A при любом целом n .

Определение 7. Группу G будем называть N_n -группой, если для каждой ее подгруппы A найдется такая подгруппа B , которая n -нормализует подгруппу A , но целиком в ней не содержится.

Из 4.1 и 4.2 следует, что N_{-1} -группа является N -группой, а N -группа является N_n -группой при любом целом n . Отметим также

4.3. N_n -группа является N_{1-n} -группой.

4.4. Если $\Pi' [n(1-n)]$ -группа является N_n -группой, то она N -группа.

Следующая теорема обобщает известный факт в теории нильпотентных групп:

4.5. Всякая n -нильпотентная группа является N_n -группой.

Обозначим далее через $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4$ некоторые множества простых чисел, удовлетворяющие условиям $\Pi(n) \subseteq \Pi_1 \subseteq \Pi'(n-1)$, $\Pi(n-1) \subseteq \Pi_2 \subseteq \Pi'(n)$, $\Pi[(n-1)n] \subseteq \Pi_3$, $\Pi_4 \subseteq \Pi'[n(n-1)]$.

Справедлива следующая теорема:

4.6. В произвольной N_n -группе силовские Π_i -подгруппы, $i = 1, 2, 3$, и произвольная Π_4 -подгруппа отличны от своих нормализаторов.

В частности, утверждение теоремы справедливо для n -нильпотентной группы.



Из 4.6 следует также, что, если числа $|n|$ и $|n-1|$ являются степенями простых чисел, то в произвольной N_n -группе для любого множества простых чисел Π силовские Π -подгруппы отличны от своих нормализаторов.

Определение 8. Назовем подгруппу A n -инвариантной в группе G , если G n -нормализует подгруппу A .

Так, например, в n -абелевой группе любая ее подгруппа n -инвариантна. Отметим также, что (-1) -инвариантная подгруппа является инвариантной, а инвариантная подгруппа некоторой группы является n -инвариантной в ней при любом целом n .

Кроме того, справедлива следующая теорема:

4.7. Всякая максимальная подгруппа n -нильпотентной группы G является n -инвариантной в ней.

Используя обозначения к теореме 4.6, сформулируем следующий результат:

4.8. Если силовская Π_i -подгруппа, $i=1, 2, 3$, и произвольная Π_4 -подгруппа n -инвариантны в группе G , то они инвариантны в ней.

Замечание. Используя 4.8, нетрудно получить основные утверждения теоремы 6 из работы [5].

(Поступило в редакцию 25.6.1966)

მათემატიკა

ბ. კარასევი

n -ნილპოტენტურ ჯგუფთა შესახებ

რეზიუმე

სტატიაში დამტკიცებულია n -ნილპოტენტურ ჯგუფთა ახალი თვისებები: კერძოდ, მოცემულია ლევისა და გრიუნის (იხ. [4.7]) თვისებათა განზოგადებანი.

დასოფნებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. R. Baer. Factorization of n -soluble and n -nilpotent groups. Proc. Amer. Math. Soc., 4. № 1, 1953, 15—26.
2. Levi. Notes on group theory, I. J. Indian Math. Soc., 8, 1944, 1—7; 9, 1945, 37—42.
3. O. Grün. Beiträge zur Gruppentheorie IV, Math. Nachr., 3 Band, 2 Heft, 1949, 77—94.
4. O. Grün. Beiträge zur Gruppentheorie IX. Arch. Math., v. XIII, Tasch 1—3, 1962, 49—54.
5. Г. А. Карасев. Факторизация некоторых классов групп. Сибирский математический журнал, т. III. № 3, 1962, 378—385.
6. R. Baer. Nilpotent characteristic subgroups of finite groups. Amer. J. Math., 75, № 3, 1953, 633—664.
7. R. Baer. Endlichkeitskriterien für Kommutatorgruppen. Math. Ann., 124, 1952, 161—177.
8. O. Grün. Beiträge zur Gruppentheorie VI. Osaka Math. J. v. 5, № 2, 1953, 117—146.
9. C. Hobby. A characteristic subgroups of a p -group. Pacif. J. Math., 10, № 3, 1960, 853—858.
10. Ш. С. Кемхадзе. О некоторых классах p -групп. Труды I и II Республиканских конференций математиков высших учебных заведений Грузинской ССР, 1964, 67—73.

Р. П. МЕГРЕЛИШВИЛИ

ОБ ОБОБЩЕННОЙ ФОРМУЛИРОВКЕ КОДОВОГО РАССТОЯНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 5.10.1966)

В связи с исследованием вопроса построения линейных кодов, исправляющих ошибки произвольной статистической природы, возникает необходимость в новой и более широкой интерпретации понятия кодового расстояния¹.

В настоящей работе дается новая трактовка кодового расстояния, которая позволяет решать задачи кодирования при более общих предположениях относительно характера канальных искажений, в частности для ошибок, имеющих вид пачек заданной длины и кратности.

Пусть G_n — n -мерное векторное пространство, заданное над полем вычетов по модулю 2, и пусть $E \subset G_n$ —некоторое произвольное множество ошибок, состоящее из σ векторов e^i ($i = 1, \dots, \sigma$).

Математически под искажением сигнала x понимается обычное сложение его с некоторым n -мерным вектором ошибки ϵ_x , выбранным случайным образом из E .

Определение 1. Два вектора x и y из G_n называются E -взаимно представимыми, если разность $x - y$ можно представить в виде суммы некоторых векторов из E , т. е. если имеет место равенство

$$x - y = \sum_{i=1}^v \epsilon^{u_i}.$$

Вектор x будем называть E -представимым, если он E -взаимно представим с нулевым вектором $\bar{0}$ ($\bar{0}$ — n -мерный вектор, все компоненты которого равны нулю).

Определение 2. Под E -расстоянием между двумя E -взаимно представимыми векторами x и y будем понимать величину

$$\rho_E(x, y) = \min_v d(v),$$

¹ Расстояние Хэмминга, как известно, вводится для систем кодирования, допускающих исправление только случайных и независимых ошибок.

где $d(v)$ определяется из равенства

$$x - \bar{y} = \bar{0} + \sum_{i=1}^{d(v)} \varepsilon^{u_i}.$$

Определение 3. Под E -нормой любого E -представимого вектора x понимается следующее:

$$|x|_E = \rho_E(x, \bar{0}).$$

И наконец, будем говорить, что произошла k -кратная ошибка, если вектор ошибки ε_x E -представим и, кроме того, $\rho_E(\varepsilon_x, \bar{0}) = |\varepsilon_x|_E = k$. Используя введенные определения, можно сформулировать и доказать следующую теорему:

Теорема. Для того чтобы код G исправлял r или меньшее количество E -представимых векторов ошибок, необходимо и достаточно для любой E -взаимно представимой пары различных сигналов x и y выполнение условия

$$\rho_E(x, y) \geq 2r + 1. \quad (1)$$

Доказательство. Необходимость. Пусть исследуемое множество сигналов устойчиво к r ошибкам.

Рассмотрим случай, когда $\rho_E(x, y) < 2r + 1$ имеет место хотя бы для одной E -взаимно представимой пары сигналов x и y .

Тогда, полагая

$$\varepsilon_x = \sum_{i=1}^{k'} \varepsilon^{u_i} \quad (2)$$

и

$$\varepsilon_y = \sum_{i=k'+1}^k \varepsilon^{u_i}, \quad (2a)$$

где k' подобрано таким образом, чтобы

$$\tau(x, y) = \max\{|\varepsilon_x|_E, |\varepsilon_y|_E\} \leq r,$$

будем иметь

$$x + \varepsilon_x = y + \varepsilon_y. \quad (3)$$

Соотношение (3) противоречит основному принципу ($x + \varepsilon_x \neq y + \varepsilon_y$), который характеризует код, исправляющий ошибки.

Достаточность. Если x и y взаимно не представимы, то тогда, очевидно, условие $x + \varepsilon_x \neq y + \varepsilon_y$ автоматически выполняется для любых x_x и y_y , содержащихся в E .

Пусть теперь $\rho_E(x, y) \geq 2r + 1$ для любой E -взаимно представимой пары x и y . И предположим, что

$$x + \varepsilon_x = y + \varepsilon_y$$

или, что то же самое,

$$x - y = \sum_{i=1}^k \varepsilon^{u_i} = \varepsilon_x + \varepsilon_y,$$

где ε_x и ε_y определены из соотношений (2) и (2a).

Но тогда, ввиду того что

$$\rho_E(x, y) = |\varepsilon_x|_E + |\varepsilon_y|_E \geq 2r + 1,$$

будем иметь

$$\tau(x, y) > r,$$

что противоречит условию теоремы.

Теорема доказана полностью.

Рассмотренная теорема позволяет указать общий метод построения системы кодирования, осуществляющей передачу сигналов с заданной достоверностью Q .

Действительно, расположим все векторы из E в порядке убывания их вероятностей, т. е.

$$P(\varepsilon^1) \geq P(\varepsilon^2) \geq \dots \geq P(\varepsilon^v).$$

Очевидно, что для любого $Q < 1$ однозначно определяется δ_Q такое, что

$$P(E(\delta_Q)) = \sum_{v=1}^{\delta_Q} P(\varepsilon^v) \geq Q.$$

Тогда для осуществления передачи с надежностью не меньшей Q , согласно условию (1), необходимо и достаточно, чтобы любая пара различных кодовых векторов x и y удовлетворяла условию

$$\rho_E(\delta_Q)(x, y) \geq 3.$$

Аналогично, в силу условия (1), необходимое и достаточное условие существования кода, корректирующего r или меньшее количество пакчек ошибок, длина которых не превосходит t , можно записать в виде

$$|a + b|_t \geq 2r + 1.$$

Здесь a и b — любая пара различных кодовых векторов; $|x|_t = d(t) = \min_{\beta} (d(\beta, t))$ — t -норма вектора x ; причем $d(\beta, t)$ определяется из соотношения

$$|x| = \sum_{i=1}^{d(\beta, t)} \sum_{j=\beta_i}^{\beta'_i} x_j,$$

где

$$1 \leq \beta_i \leq \beta'_i < \beta_i + t \quad (i = 1, 2, \dots, d(\beta, t)).$$

Очевидно, что в частном случае, когда $t = 1$, t -норма переходит в обычную норму, определяющую расстояние Хэмминга; $|x|$ — норма вектора x , т. е. общее число его компонент, отличных от нуля.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт электроники, автоматике
 и телемеханики
 Тбилиси

(Поступило в редакцию 5-10.1966)

კიბარნეტიკა

რ. მებრელიშვილი

კოდური მანძილის განზოგადებული ფორმულირების
 შესახებ

რეზიუმე

შრომაში მოცემულია ცალკეულ ვექტორთა შორის მანძილის ახალი ფორმულირება, რის საფუძველზე ჰემინგის კოდური მანძილის ცნება განზოგადებულია შეცდომების ნებისმიერი (მაგრამ ცნობილი) სტატისტიკური სტრუქტურის მქონე კოდირების სისტემებისათვის. კერძოდ, განსაზღვრულია მინიმალურად დასაშვები მანძილი პაკეტური შეცდომების გამსწორებელი კოდებისათვის.

Д. С. ЦИЦКИШВИЛИ

КОЛЕБАНИЯ ДВУХАТОМНОЙ ЦЕПочки С ДЕФЕКТОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Мирианшвили 18.7.1966)

Качественное влияние точечного дефекта на колебания решетки хорошо известно. Зонные колебания претерпевают сдвиг порядка $\frac{1}{N}$, если N —общее число атомов. При определенных соотношениях между параметрами, характеризующими дефект и решетку, возникают дискретные частоты колебаний, локализованных в окрестности дефекта, так называемые „локальные колебания“ (ЛК). ЛК могут попасть в область спектра, запрещенную для идеальной кристаллической решетки [1].

Важное значение имеет изучение динамики неидеальных решеток на конкретных моделях.

Изучению колебаний двухатомной цепочки с дефектом посвящено несколько работ [2, 3]. Так, в работе [2] рассмотрен случай изотопического дефекта (изменена только масса в дефектном узле) для нечетных колебаний и изобарического дефекта (изменена только постоянная связи) для четных колебаний. Двухатомная цепочка с дефектом общего типа рассматривается в работе [3], причем особое внимание уделено ЛК, которые попадают в запрещенные для идеальной цепочки области спектра. В настоящей работе проведено полное и последовательное решение колебательной задачи для замкнутой периодической двухатомной цепочки с дефектом общего типа.

Уравнения для возможных значений волнового числа

Рассмотрим одномерную периодическую двухатомную цепочку с замкнутыми концами. Массы основных атомов m_1 (четные узлы) и m_2 (нечетные узлы), постоянная связи между ними α . В дефектном узле (с номером 1) атом с массой m_2 заменен атомом с массой M и постоянной взаимодействия β . Общее число атомов N —четное. Лагранжиан такой системы в гармоническом приближении при учете взаимодействия с ближайшими соседями имеет вид $L=K-P$, где

$$K = \frac{m_1}{2} \sum_{k=1}^{N/2} \dot{u}_{2k}^2 + \frac{m_2}{2} \sum_{k=2}^{N/2} \dot{u}_{2k-1}^2 + \frac{M}{2} \dot{u}_1^2,$$



$$P = \frac{\alpha}{2} \sum_{k=2}^{N-1} (u_k - u_{k+1})^2 + \frac{\beta}{2} [(u_2 - u_1)^2 + (u_N - u_1)^2], \quad (1)$$

u_r — смещение атома в r -ом узле.

Из L обычным путем получают уравнения движения. Полагая затем $u_r = V_r e^{i\omega t}$ и исключая смещения в нечетных узлах, для амплитуд смещений получаем следующую систему уравнений:

$$-m_1 \omega^2 V_{2k} = \frac{\alpha^2}{2\alpha - m_2 \omega^2} (V_{2k+2} + V_{2k-2}) + \frac{2\alpha(m_2 \omega^2 - \alpha)}{2\alpha - m_2 \omega^2} V_{2k}, \quad (2)$$

$$-m_1 \omega^2 V_2 = \frac{\alpha^2}{2\alpha - m_2 \omega^2} (V_4 + V_2) + \frac{\beta^2}{2\beta - M\omega^2} (V_2 + V_N) - (\alpha + \beta) V_2,$$

$$-m_1 \omega^2 V_N = \frac{\alpha^2}{2\alpha - m_2 \omega^2} (V_N + V_{N-2}) + \frac{\beta^2}{2\beta - M\omega^2} (V_2 + V_N) - (\alpha + \beta) V_N,$$

где $k = 2, 3, \dots, \frac{N-2}{2}$.

Для дальнейшего рассмотрения удобно использовать симметрию данной модели. Группа симметрии цепочки C_i [4], центр инверсии находится в дефектном узле. Разложение полного представления Γ_n (базисные функции V_r) по неприводимым представлениям имеет вид

$$\Gamma_n = \frac{N+2}{2} A_u + \frac{N-2}{2} A_g, \quad (3)$$

где A_u и A_g — соответственно несимметрическое и симметрическое неприводимые представления группы C_i .

Базисными функциями (ψ_i^g, ψ_i^u) представлений A_g и A_u или симметрическими координатами системы являются

$$\psi_i^g = \frac{1}{2} (V_i - V_{N-i+2}), \quad i = 2, 3, \dots, \frac{N}{2},$$

$$\psi_i^u = \frac{1}{2} (V_i + V_{N-i+2}), \quad i = 2, 3, \dots, \frac{N+2}{2}, \quad (4)$$

$$\psi_1^u = V_1.$$

Решение (2) ищется в виде $V_{2k} = A \sin 2kx + B \cos 2kx$, где A и B — постоянные, x — волновое число. Тогда из положения (4) получаем

$$\psi_{2k}^u = D_1 \cos(4k - N - 2) \frac{x}{2}, \quad \psi_{2k}^g = D_2 \sin(4k - N - 2) \frac{x}{2}, \quad (5)$$

где $D_1 = A \sin \frac{N+2}{2} x + B \cos \frac{N+2}{2} x,$

$$D_2 = A \cos \frac{N+2}{2} x - B \sin \frac{N+2}{2} x.$$

Тривиальные решения (2) нас не интересуют. Поэтому на основании соотношений (5) имеем

$$\cos(4k - N - 2) \frac{x}{2} \neq 0 \quad \text{для } k \geq 1 \quad \text{и}$$

$$\sin(4k - N - 2) \frac{\alpha^k}{2} \neq 0 \quad \text{для } k \geq 1. \quad (6)$$

Верхний индекс при α соответствует типу колебаний.

На основании решения (4), (5) и (6) после несложных преобразований систему (2) можно записать в следующем виде:

а) колебания типа A_g :

$$\Omega_{jg}^3 = \frac{1 + \varepsilon}{2\varepsilon} \left[1 + (-1)^j \sqrt{1 - \frac{4\varepsilon}{(1 + \varepsilon)^2} \sin^2 \alpha_j^g} \right], \quad (7a)$$

$$\frac{\sin \frac{N\alpha_j^g}{2} \cos \alpha_j^g}{\sin \frac{N-2}{2} \alpha_j^g} = (1 - \gamma) (1 - \Omega_{jg}^3), \quad (7b)$$

б) колебания типа A_u :

$$\Omega_{ju}^3 = \frac{1 + \varepsilon}{2\varepsilon} \left[1 + (-1)^j \sqrt{1 - \frac{4\varepsilon}{(1 + \varepsilon)^2} \sin^2 \alpha_j^u} \right], \quad (8a)$$

$$\frac{\sin \frac{N\alpha_j^u}{2} \sin \alpha_j^u}{\cos \frac{N-2}{2} \alpha_j^u} = \frac{\Omega_{ju}^3 [(\gamma - 1) \delta \Omega_{ju}^3 + \gamma (1 - \delta)]}{\gamma - \delta \Omega_{ju}^3}, \quad (8b)$$

где $\varepsilon = \frac{m_1}{m_2}$; $\delta = \frac{M}{m_2}$; $\gamma = \frac{\beta}{\alpha}$; $\Omega^3 = \frac{m_2}{2\alpha} \omega^2$;

$j=1, 2$ соответственно для акустической и оптической ветвей.

Уравнения (7a) и (8a)—известные дисперсионные соотношения, одинаковые для обоих типов колебаний. Уравнения (7b) и (8b) представляют собой условия для возможных значений α_j^g и α_j^u соответственно. Из уравнений (7) и (8) следует, что все различные частоты колебаний системы можно получить, меняя α_j^g и α_j^u в интервале длиной $\frac{\pi}{2}$. Поэтому далее

рассматривается область $0 \div \frac{\pi}{2}$.

Точное решение уравнений (7b) и (8b) не является возможным в общем случае. Для идеальной цепочки ($\gamma = 1, \delta = 1$) точным решением этих уравнений являются следующие значения α :

$$\alpha_{j0}^g = \frac{2\pi}{N} f,$$

где $j = 1, 2, f = 1, 2, \dots,$

$$\frac{N-2}{4}, \quad \text{если } \frac{N}{2} \text{ — нечетное; } \quad \frac{N-4}{4}, \quad \text{если } \frac{N}{2} \text{ — четное,} \quad (9)$$

и при $\frac{N}{2}$ -четном в одной из ветвей колебаний

$$\kappa_{j0}^2 = \frac{\pi}{2}, \quad \text{т. е. } f = \frac{N}{4} \quad \text{для } j=1, \text{ если } \varepsilon > 1, \text{ и}$$

$$\text{для } j=2, \text{ если } \varepsilon < 1,$$

$$\kappa_{j0}^4 = \frac{2\pi}{N} f,$$

где $j = 1, 2, f = 0, 1, 2, \dots,$

$$\frac{N-2}{4}, \quad \text{если } \frac{N}{2} \text{—нечетное,} \quad (10)$$

$$\frac{N-4}{4}, \quad \text{если } \frac{N}{2} \text{—четное.}$$

Решим приближенно уравнения (7b) и (8b) методом Ньютона [5] для цепочки с дефектом общего типа ($\gamma \neq \delta \neq \varepsilon \neq 1$), полагая в первом приближении $\kappa_j = \kappa_{j0}$. Для более точного приближения получаем

$$\kappa_j^2 = \frac{2\pi}{N} f + \frac{2(1-\gamma)(\Omega_{j0}^2 - 1)}{N} \operatorname{tg} \frac{2\pi}{N} f, \quad (11)$$

$$\kappa_j^4 = \frac{2\pi}{N} f + \quad (12)$$

$$+ \frac{2\Omega_{j0}^3 [\delta(\gamma-1)\Omega_{j0}^2 + (1-\delta)\gamma] (\gamma - \delta\Omega_{j0}^2)}{N(\gamma - \delta\Omega_{j0}^2)^2 \operatorname{tg} \frac{2\pi}{N} f + 2(\Omega_{j0}^2)' [\delta^2(\gamma-1)\Omega_{j0}^2 - 2\delta\gamma(\gamma-1)\Omega_{j0}^2 + (\delta-1)\gamma^2]},$$

где $\Omega_{j0}^2 = \Omega_j^2 \left(\kappa = \frac{2\pi}{N} f \right), \quad (\Omega_{j0}^2)' = \left(\frac{d}{d\kappa} \Omega_j^2 \right)_{\kappa = \frac{2\pi}{N} f}.$

Из решений (11) и (12) видно, что порядок сдвига κ_j^2 и κ_j^4 от значений $\frac{2\pi}{N} f$ равен $\frac{1}{N}$. Для фиксированного значения γ в разных ветвях колебаний сдвиг κ_j^2 происходит в противоположные стороны, знак сдвига зависит в каждой ветви колебаний от знака $(1-\gamma)$. Колебания типа A_{\pm} испытывают более сложное возмущение. Вырождение κ как по типу колебаний, так и по ветвям колебаний снято.

Локальные колебания

В случае цепочки с дефектом возможны и комплексные значения волнового числа, которые дают частоты ЛК.

а) Колебания типа A_{\pm} .

Подставим в уравнение (7b) $\kappa = \kappa_1 + i\kappa_2$, где $\kappa_2 > 0$ ($\kappa_2 < 0$ не меняет выводов). Переходя к пределу при $N \rightarrow \infty$, получаем уравнение, которое имеет два решения:

$$\begin{aligned}
 \text{I } x_1 = 0, \quad \exp(2x_2) &= 2(1-\gamma)(1-\Omega^2) - 1, \\
 \text{II } x_1 = \frac{\pi}{2}, \quad \exp(2x_2) &= 1 - 2(1-\gamma)(1-\Omega^2).
 \end{aligned}
 \quad (13)$$

Подставляя уравнение (13) в соотношение (7a), получаем следующее уравнение для частот ЛК:

$$2\varepsilon(1-\gamma)\Omega^4 + (2\varepsilon\gamma + \gamma^2 - 1 - \varepsilon)\Omega^2 - \gamma^2 = 0. \quad (14)$$

Отметим, что в уравнение (14) не входит параметр δ и уравнение совпадает с формулой (11) работы [2], полученной другим способом при предположении $\delta = 1$. Решение (14) показывает, что при любых γ и ε одна частота ЛК попадает в область между акустической и оптической зонами (ультраакустическое ЛК), при $\gamma > 1$ имеется еще одно ЛК, которое может быть ультраоптическим (Ω^2 выше оптических частот), если $\gamma \geq 1 + \varepsilon$.

б) Колебания типа A_u .

Полагая в уравнений (8b) $x = x_1 + ix_2$ и переходя к пределу при $N \rightarrow \infty$, получаем уравнения относительно x_1 и x_2 , которые имеют решения

$$\begin{aligned}
 \text{I } x_1 = 0, \quad \exp(2x_2) &= 1 - \frac{2\Omega^2[(\gamma-1)\delta\Omega^2 + \gamma(1-\delta)]}{\gamma - \delta\Omega^2}, \\
 \text{II } x_1 = \frac{\pi}{2}, \quad \exp(2x_2) &= \frac{2\Omega^2[(\gamma-1)\delta\Omega^2 + \gamma(1-\delta)]}{\gamma - \delta\Omega^2} - 1.
 \end{aligned}
 \quad (15)$$

На основании уравнений (15) и (8a) для частот ЛК получим

$$2\varepsilon\delta^2(\gamma-1)\Omega^6 + (4\varepsilon\delta\gamma - 2\varepsilon\delta^2\gamma + \varepsilon\delta^2 - 2\varepsilon\delta\gamma^2 + \delta^2 - \delta^2\gamma^2)\Omega^4 + (\delta^2\gamma^2 + 2\varepsilon\delta\gamma^2 - 2\varepsilon\delta\gamma - 2\delta\gamma - 2\varepsilon\gamma^2)\Omega^2 + (1 + \varepsilon)\gamma^2 = 0. \quad (16)$$

В общем случае ($\gamma \neq \delta \neq \varepsilon \neq 1$) при $\gamma < 1$ возможны три или одно ЛК.

При $\gamma > 1$ может быть не более двух ЛК, либо их вообще нет.

Плотность состояний

а) Колебания типа A_g .

Условие для x_j^g (7b) можно записать в виде

$$\operatorname{ctg} \frac{Nx_j^g}{2} \operatorname{tg} x_j^g = 1 + \frac{1}{(\gamma-1)(1-\Omega_{jg}^2)}. \quad (17)$$

Граничные точки области $0 \div \frac{\pi}{2}$ не являются разрешенными значениями x_j^g . Функция $\varphi_1 = \operatorname{ctg} \frac{Nx}{2} \operatorname{tg} x$ является монотонно убывающей внутри интервалов $\frac{2\pi}{N} f \div \frac{2\pi}{N} (f+1)$; f —целые числа. На концах этих интервалов φ_1 обращается в бесконечность. Функция $1 + [(\gamma-1) \times$

$\times (1 - \Omega_j^2)]^{-1}$ монотонная и конечная внутри области $0 \div \frac{\pi}{2}$ для каждого из ветвей колебаний ($j = 1, 2$). Следовательно, в каждом из интервалов $\frac{2\pi}{N} f \div \frac{2\pi}{N} (f + 1)$ существует хотя бы один корень уравнения (5.1) для каждого j . Внутри области $0 \div \frac{\pi}{2}$ содержится при $\frac{N}{2}$ -четном $\frac{N-8}{4}$, при $\frac{N}{2}$ -нечетном $\frac{N-6}{4}$ таких интервалов. Общее число частот равно $\frac{N-2}{2}$ (см. формулу (3)). Поэтому в каждом из интервалов $\frac{2\pi}{N} f \div \frac{2\pi}{N} (f + 1)$ существует не более одного значения x_j^* для $j = 1$ и для $j = 2$. Таким образом, общая плотность состояний ρ_g (число возможных x на единичном интервале) равна $\frac{N}{\pi}$.

б) Колебания типа A_u .

Уравнение (8b) имеет корень $x_1^* = 0$. Для остальных возможных значений x_j^* (8b) можно записать в виде

$$\operatorname{ctg} \frac{Nx_j^*}{2} \operatorname{ctg} x_j^* = \frac{1}{F_j^*} - 1; \quad (18)$$

$$F_j^* \equiv \frac{\Omega_{ju}^2 [(\gamma - 1) \delta \Omega_{ju}^2 + \gamma (1 - \delta)]}{\gamma - \delta \Omega_{ju}^2}.$$

Значения $x = 0$ и $x = \frac{\pi}{2}$ не является решениями уравнения (18). Аналогично тому, как это было сделано для колебаний типа A_g , рассматриваются функции, стоящие справа и слева в уравнении (18), внутри области $0 \div \frac{\pi}{2}$. Общая плотность состояний $\rho_u = \frac{N}{\pi}$.

Нормальные координаты

Из уравнений (2), (4) и (5) следует

$$V_{2k}^j = D_1 \cos(4k - N - 2) \frac{x_j^*}{2} + D_2 \sin(4k - N - 2) \frac{x_j^*}{2},$$

где $k = 1, 2, \dots, \frac{N}{2}$;

$$V_1^j = \gamma (\gamma - \delta \Omega_{ju}^2)^{-1} D_1 \cos(N - 2) \frac{x_j^*}{2}; \quad (19)$$

$$V_{2k-1}^j = \frac{\cos \alpha_j^u}{1 - \Omega_{ju}^2} D_1 \cos(4k - N - 4) \frac{\alpha_j^u}{2} + \\ + \frac{\cos \alpha_j^g}{1 - \Omega_{jg}^2} D_2 \sin(4k - N - 4) \frac{\alpha_j^g}{2},$$

где $k = 2, 3, \dots, \frac{N}{2}$.

На основании решения (19) реальные вещественные смещения атомов можно записать в виде

$$u_{2k} = \frac{1}{2} \operatorname{Re} \left\{ \sum_{j\alpha_j^u} q^u \cos(4k - N - 2) \frac{\alpha_j^u}{2} + \sum_{j\alpha_j^g} q^g \sin(4k - N - 2) \frac{\alpha_j^g}{2} \right\},$$

где $k = 1, 2, \dots, \frac{N}{2}$;

$$u_1 = \frac{1}{2} \operatorname{Re} \left\{ \sum_{j\alpha_j^u} \gamma (\gamma - \delta \Omega_{ju}^2)^{-1} q^u \cos \frac{N-2}{2} \alpha_j^u \right\},$$

$$u_{2k-1} = \frac{1}{2} \operatorname{Re} \left\{ \sum_{j\alpha_j^u} \frac{\cos \alpha_j^u}{1 - \Omega_{ju}^2} q^u \cos(4k - N - 4) \frac{\alpha_j^u}{2} + \right. \\ \left. + \sum_{j\alpha_j^g} \frac{\cos \alpha_j^g}{1 - \Omega_{jg}^2} q^g \sin(4k - N - 4) \frac{\alpha_j^g}{2} \right\}, \quad (20)$$

где $k = 2, 3, \dots, \frac{N}{2}$;

$$q^u = D_1' e^{i\omega_{ju}t} + D_1'' e^{-i\omega_{ju}t}; \\ q^g = D_2' e^{i\omega_{jg}t} + D_2'' e^{-i\omega_{jg}t}. \quad (21)$$

Потребуем, чтобы полная энергия E имела вид

$$E = \sum_{j\alpha_j^u} [\operatorname{Re}^2 \{\dot{Q}^u\} + \omega_{ju}^2 \operatorname{Re}^2 \{Q^u\}] + \sum_{j\alpha_j^g} [\operatorname{Re}^2 \{\dot{Q}^g\} + \omega_{jg}^2 \operatorname{Re}^2 \{Q^g\}].$$

Тогда нормальные координаты определяются формулами

$$Q^u = 2^{-5/2} (N_u m_u)^{1/2} \left[\frac{1 + \varepsilon - 2 \varepsilon \Omega_{ju}^2}{1 - \Omega_{ju}^2} \right]^{1/2} q^u, \\ Q^g = 2^{-5/2} (N_g m_g)^{1/2} \left[\frac{1 + \varepsilon - 2 \varepsilon \Omega_{jg}^2}{1 - \Omega_{jg}^2} \right]^{1/2} q^g, \quad (22)$$

где $N_u = N + 2(1 + \varepsilon - 2 \varepsilon \Omega_{ju}^2)^{-1} F_j^u (f_j^u)^{-1}$;

$$F_j^u = 2 \varepsilon^2 \delta^2 (\gamma - 1) \Omega_{ju}^2 - 2 \varepsilon \delta (\gamma - 1) [2 \varepsilon \gamma + (1 + \varepsilon) \delta + \delta \gamma] \Omega_{ju}^2 + \\ + [2 \varepsilon^2 (\delta - 1) \gamma^2 - (1 + \varepsilon) \delta^2 (1 - \gamma^2) - 2 \varepsilon \delta (2 \varepsilon + 2 + \delta) \gamma (1 - \gamma)] \Omega_{ju}^2 + \\ + (1 + \varepsilon) \gamma [(2 + \delta) \delta (1 - \gamma) + 2 \varepsilon (1 - \delta) \gamma] \Omega_{ju}^2 + (1 + \varepsilon) (\delta - 1) \gamma^2;$$

f_j^u совпадает с левой частью уравнения (16), если полагать $\Omega^2 = \Omega_{jg}^2$

$$N_g = N + 2(1 + \varepsilon - 2\varepsilon\Omega_{jg}^2)^{-1} \Phi_j^2 (\varphi_j^2)^{-1};$$

$$\Phi_j^2 = (\gamma - 1) \{2\varepsilon^2 \Omega_{jg}^2 - 2\varepsilon(1 + \varepsilon + \gamma) \Omega_{jg}^2 + [2\varepsilon\gamma + (1 + \varepsilon)(1 + \gamma)] \Omega_{jg}^2 - (1 + \varepsilon)\gamma\};$$

φ_j^2 совпадает с левой частью уравнения (14), если полагать $\Omega_{jg}^2 = \Omega^2$.

Тбилисский государственный университет

(Поступило в редакцию 18.7.1966)

ფიზიკა

დ. ციციშვილი

დეფექტიანი ორატომიანი ჯაჭვის რხევები

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია ორატომიანი არაიდეალური მესერის რხევები ერთგანზომილებიანი მოდელისათვის. დეფექტი წარმოადგენს შინარევ ატომს, რაც გამოიჩინება მასითა და მეზობელ ატომებთან ურთიერთქმედების კოეფიციენტით. განსაზღვრულია მესერის რხევების სპექტრი, მოცემულია განტოლებები ლოკალური სიხშირეებისათვის. განსაზღვრულია ნორმალური კოორდინატები და მდგომარეობათა სიმკვრივე.

დადოებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. М. Лифшиц. О вырожденных регулярных возмущениях. ЖЭТФ, 17, в. 12, 1947.
2. Г. С. Завт, Э. Э. Тюрксон. Искажение дефектами зонных колебаний в двухатомной цепочке. ФТТ, т. 6, вып. 11, 1964.
3. R. L. Bjork. Impurity-Induced Localized Modes of Lattice Vibration in a Diatomic Chain. Phys. Rev., 105, № 2, 1957.
4. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Теоретическая физика, т. 3. Физматгиз, 1962.
5. Н. С. Березин, Н. П. Жидков. Методы вычислений, т. 2, Физматгиз, 1962.

Л. В. ЛАПЕРАШВИЛИ

РОЖДЕНИЕ СТРАННЫХ ЧАСТИЦ НЕЙТРИННЫМ ПУЧКОМ И СИММЕТРИЯ \tilde{U} (12)

(Представлено академиком В. И. Мамасახлишвили 19.7.1966)

Хорошо известные трудности \tilde{U} (12)-симметрии [1], связанные с условием унитарности для многочастичных процессов [2—4], в случае коллинеарных процессов, вообще говоря, не возникают. Фактически здесь мы имеем дело с подгруппой $SU_{\mathbb{W}}$ (6) [5] группы \tilde{U} (12), являющейся релятивистским обобщением статической группы SU (6) на случай коллинеарных процессов. Как известно, некоторые экспериментальные данные получили хорошее объяснение на базе $SU_{\mathbb{W}}$ (6)-симметрии [6—8]. Поэтому эту симметрию можно использовать для рассмотрения процессов типа $\gamma + B_1 \rightarrow B_2 + \mu$, где B_1 и B_2 —барионы представления 364 группы \tilde{U} (12). Процессы указанного типа содержат двухчастичную по сильным взаимодействиям вершину, которую всегда можно свести к коллинеарному процессу путем соответствующего преобразования Лоренца.

В работе [9] рассматривались дифференциальные поперечные сечения процессов нейтринного рождения барионов, принадлежащих октету SU (3) в предположении, что эффективный слабый адронный ток записывается согласно симметрии \tilde{U} (12):

$$\langle B_2 | J_{\lambda}^Y | B_1 \rangle = F(q^2) \bar{\psi}^{A,BC}(p_2) \psi_{ABC}(p_1) \left(\gamma_{\lambda} + \sigma_{\lambda\nu} \frac{q_{\nu}}{\kappa} \right)_{\alpha'}^{\alpha} \times \\ \times (I_+ \cos \theta + U_+ \sin \theta)_{\alpha}^{\alpha'}, \quad (1)$$

$$\langle B_2 | J_{\lambda}^A | B_1 \rangle = iG(q^2) \bar{\psi}^{A,BC}(p_2) \psi_{ABC}(p_1) \left(\gamma_{\lambda} \gamma_5 - \gamma_5 \frac{q_{\lambda}}{\kappa_1} \right)_{\alpha'}^{\alpha} \times \\ \times (I_+ \cos \theta + U_+ \sin \theta)_{\alpha}^{\alpha'}, \quad (2)$$

где ψ_{ABC} —барионы представления 364, p_1 и p_2 —4-импульсы барионов B_1 и B_2 , $q_{\lambda} = (p_1 - p_2)_{\lambda}$, θ —угол Кабиббо, а матрицы I_+ и U_+ —компоненты операторов изоспина и U -спина, $F(q^2)$ и $G(q^2)$ —форм-факторы векторного и аксиально-векторного токов, κ и κ_1 —константы, имеющие размерность массы.



Предполагается, что аксиально-векторный ток принадлежит тому же представлению 143, что и векторный ток. Тогда

$$G(q^2) = G(0) F(q^2),$$

где

$$G(0) = \frac{3}{5} 1, 2.$$

В данной работе вычислены полные поперечные сечения процессов

$$\bar{\nu} + p \rightarrow \Lambda^0 + \mu^+, \quad (3)$$

$$\bar{\nu} + n \rightarrow \Sigma^- + \mu^+ \quad (4)$$

в двух вариантах теории, рассмотренных в работе [9].

Вариант I. Предполагается, что паулиевский $F_1(q^2)$ и дираковский $F_2(q^2)$ электромагнитные форм-факторы нуклона полностью определяются электромагнитной вершиной с обменом векторным мезоном, принадлежащим представлению 143 группы $\tilde{U}(12)$ с центральной массой m . В этой модели

$$F(q^2) = \left(1 - \frac{q^2}{m^2}\right)^{-1}, \quad x = m,$$

а магнитный момент протона

$$\mu_p = 1 + \frac{2M}{m}.$$

Однако результаты этой модели не согласуются с существующими экспериментальными данными. Поэтому, отказываясь от полюсного приближения, рассматривают в качестве функций $F(q^2)$ функцию $\left(1 - \frac{q^2}{a^2}\right)^{-2}$ с эмпирическим значением константы $a^2 = 0,7 \div 0,8$ [10–12]. При этом $\mu_p = 1 + \frac{2M}{x}$ и $x = 1,04$ Бэв. Такой выбор форм-факторов не противоречит экспериментальным данным [13].

В работе [9] были вычислены форм-факторы $F_1(q^2)$ и $F_2(q^2)$, а также аксиально-векторный форм-фактор $G_1(q^2)$ для вершин $n \rightarrow p$, $p \rightarrow \Lambda$ и $n \rightarrow \Sigma$. Вычисление форм-факторов на основе симметрии $\tilde{U}(12)$ привело к следующим результатам:

$$n \rightarrow p: \quad F_1(q^2) = \frac{\cos \theta}{\left(1 - \frac{q^2}{a^2}\right)^2} \left[1 - \frac{5}{3} \left(1 + \frac{2}{5} \frac{\Sigma}{x}\right) \frac{q^2}{\Sigma^2}\right],$$

$$F_2(q^2) = \frac{\cos \theta}{\left(1 - \frac{q^2}{a^2}\right)^2} \left(\frac{2}{3} + \frac{5}{3} \frac{\Sigma}{x} - \frac{q^2}{x\Sigma}\right),$$

$$G_1(q^2) = \frac{1,2 \cos \theta}{\left(1 - \frac{q^2}{a^2}\right)^2},$$

где $\Sigma = M_1 + M_2$ (M_1 и M_2 — массы барионов);

$$p \rightarrow \Lambda: F_1(q^2) = - \frac{\sin \theta}{\left(1 - \frac{q^2}{a^2}\right)^2} \sqrt{\frac{3}{2}} \left(1 - \frac{q^2}{\Sigma^2}\right),$$

$$F_2(q^2) = - \frac{\sin \theta}{\left(1 - \frac{q^2}{a^2}\right)^2} \sqrt{\frac{3}{2}} \left(1 - \frac{q^2}{\Sigma^2}\right) \frac{\Sigma}{\kappa},$$

$$G_1(q^2) = - \sqrt{\frac{3}{2}} \frac{3}{5} \frac{1,2 \sin \theta}{\left(1 - \frac{q^2}{a^2}\right)^2},$$

$$n \rightarrow \Sigma: F_1(q^2) = - \frac{\sin \theta}{\left(1 - \frac{q^2}{a^2}\right)^2} \left[1 + \frac{q^2}{\Sigma \kappa} + \frac{1}{3} \left(1 + \frac{\Sigma}{\kappa}\right) \frac{q^2}{\Sigma^2}\right],$$

$$F_2(q^2) = \frac{\sin \theta}{\left(1 - \frac{q^2}{a^2}\right)^2} \left(\frac{3}{4} + \frac{\Sigma}{3\kappa} + \frac{q^2}{\Sigma \kappa}\right),$$

$$G_1(q^2) = \frac{1,2 \sin \theta}{5 \left(1 - \frac{q^2}{a^2}\right)^2}.$$

Вариант II. Рассматривается полюсное приближение для саксовских форм-факторов [14] в схеме кинетонной теории \tilde{U} (12) [15]. В данном случае были получены следующие выражения для форм-факторов:

$$n \rightarrow p: F_1(q^2) = \frac{\cos \theta}{1 - \frac{q^2}{a^2}} \left(1 - \frac{5}{3} \frac{q^2}{\Sigma m}\right),$$

$$F_2(q^2) = \frac{\cos \theta}{1 - \frac{q^2}{a^2}} \left(\frac{5}{3} \frac{\Sigma}{m} - 1\right),$$

$$G_1(q^2) = \frac{1,2 \cos \theta}{1 - \frac{q^2}{a^2}};$$

$$p \rightarrow \Lambda: F_1(q^2) = - \sqrt{\frac{3}{2}} \frac{\sin \theta}{1 - \frac{q^2}{a^2}} \left(1 - \frac{q^2}{\Sigma m}\right),$$

$$F_2(q^2) = \sqrt{\frac{3}{2}} \frac{\sin \theta}{1 - \frac{q^2}{a^2}} \left(1 - \frac{\Sigma}{m}\right),$$

$$G_1(q^2) = -\sqrt{\frac{3}{2}} \frac{3}{5} \cdot 1,2 \frac{\sin \theta}{1 - \frac{q^2}{a^2}};$$

$$n \rightarrow \Sigma: F_1(q^2) = \frac{\sin \theta}{1 - \frac{q^2}{a^2}} \left(1 + \frac{q^2}{3m\Sigma}\right),$$

$$F_2(q^2) = -\frac{\sin \theta}{1 - \frac{q^2}{a^2}} \left(1 + \frac{\Sigma}{3m}\right),$$

$$G_1(q^2) = \frac{1,2}{5} \frac{\sin \theta}{1 - \frac{q^2}{a^2}},$$

где $a = m$.

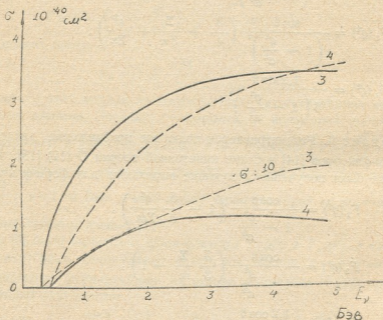


Рис. 1.

На основе вычисленных форм-факторов, пренебрегая вкладом индуцированного псевдоскаляра, Кабиббо и Чилтон [16] вычислили полные поперечные сечения процессов (3) и (4) в зависимости от энергии E_ν налетающего нейтрино в лабораторной системе. Графики их при-

ведены на рис. 1. В варианте I (сплошная линия) использовано значение параметра $a^2 = 0,7$, а в варианте II (пунктирная линия) — $a^2 = m^2 = 0,5$.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физики
 Тбилиси

(Поступило в редакцию 19.7.1966)

ფიზიკა

ლ. ლაფარაშვილი

უცნაურ ნაწილაკთა დაბადება და სიმეტრია \tilde{U} (12)

რეზიუმე

ნეიტრინოს მიერ უცნაურ ნაწილაკთა გენერატორის პროცესებში

$$\bar{\nu} + p \rightarrow \Lambda^0 + \mu^+,$$

$$\bar{\nu} + n \rightarrow \Sigma^- + \mu^+,$$

განხილულია სუსტი ურთიერთქმედების ეფექტური ადრონული დენის \tilde{U} (12) სიმეტრიის შესაბამისი ჩაწერის საფუძველზე. გამოყენებულია ამ ურთიერთქმედების ფორმ-ფაქტორების აღწერის ორი შესაძლებლობა \tilde{U} (12) კინეტონური თეორიის სქემის პოლუსურ მიახლოებაში. გამოთვლილია $n \rightarrow p$, $p \rightarrow \Lambda^0$ და $n \rightarrow \Sigma^-$ წვეროების დირაკის, პაულისა და აქსიალურ-ვექტორული ფორმ-ფაქტორები თეორიის ორივე ვარიანტში. მათ საფუძველზე აგებულია აღნიშნული პროცესების სრულ განიკვეთთა ენერგიისაგან დამოკიდებულების გრაფიკები.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. A. Salam, R. Delbourgo, T. Strathdee. The covariant theory of strong interaction symmetries. Proc. Roy. Soc. (London), A 284, 1965, 146.
2. M. A. Beg, A. Pais. Covariance, SU (6) and Unitarity. Phys. Rev. Lett., 14, 509, 1965.
3. R. Blanckenbecler, M. L. Goldberger, K. Johnson, S. B. Treiman. Some Tests of Relativistic SU (6) Schemes. Phys. Rev. Lett. 14, 1965, 518.
4. Б. В. Гешкенбейн, Б. Л. Иоффе, М. С. Маринов, В. И. Рогинский. О несовместимости релятивизованной SU (6)-симметрии с унитарностью. ЖЭТФ, Письма в редакцию, т. I, вып. 6, 1965.
5. H. J. Lipkin, S. Meshkov. W-Spin and B-Spin Subgroups of SU (12). Phys. Rev. Lett. 14, 670, 1965.
6. K. J. Barnes, P. Caruthers, F. von Hippel. SU (6) and the Electromagnetic Form Factors. Phys. Rev. Lett., 14, 82, 1965.
7. Б. В. Гешкенбейн. Электророждение изобары $N_{3/2}$ (1238) в схеме SU (6)-симметрии. ЖЭТФ, Письма в редакцию, т. I, вып. 5, 1965.
8. H. J. Lipkin. W-Spin and SU (12) subgroups. High-Energy Physics and Elementary Particles. Vienna, 1965.

9. Л. В. Лаперашвили. Рождение барионов нейтринным пучком высокой энергии и симметрия $\tilde{U}(12)$. Ядерная физика, т. 5, вып. 1, 1967.
10. G. Altarelli, G. Preparata, R. Gatto. $\tilde{U}(12)$ predictions for N^* production by neutrinos. Nuovo Cimento, 37, 1817, 1965.
11. I. J. Ketley. Neutrino-induced interactions and $\tilde{U}(12)$ -symmetry. Phys. Lett., 16, 340, 1965.
12. C. H. Albright, L. S. Liu. Baryon Resonance Production by Neutrinos and the Relativistic Generalization of SU (6). Phys. Rev. 140, B 1611, 1965.
13. C. De Vries, R. Hofstadter, A. Johanson. Inelastic Electron-Deuteron Scattering Experiments and Nucleon Structure. Phys. Rev., 134, B 848, 1964.
14. R. G. Sachs. High-Energy Behavior of nucleon Electromagnetic Form Factors. Phys. Rev., 126, 2256, 1962.
15. P. G. O. Freund, R. Oehme. Supermultiplet Schemes and Meson Pole Models for Electromagnetic Form Factors. Phys. Rev. Lett., 14, 1085, 1965.
16. N. Cabibbo, F. Chilton. Hyperon Production by Neutrinos in an SU (3) Model. Phys. Rev., 137, B 1628, 1965.

Д. А. ЦИЦИШВИЛИ, Г. Г. ТАБАГУА

ИЗУЧЕНИЕ КАРСТОВЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ МЕТОДАМИ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ НА УЧАСТКЕ БУДУЩЕГО КУРОРТА «ГАГРА АЛЬПИЙСКАЯ»

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. М. Буачидзе 29.7.1966)

В связи с проектированием нового высокогорного курорта «Гагра альпийская» институт «Грузгипрогорстрой» счел целесообразным на первой стадии изыскания использовать геофизические методы разведки, в частности электроразведку.

Электроразведка должна была установить закарстованность карбонатной толщи (характер и интенсивность трещиноватости, наличие карстовых пустот, зон развития известняков со слабо выраженными процессами закарстованности и т. д.), развитой на участках будущей стройплощадки общей площадью 40 га.

По существующей тектонической схеме [1], район исследования относится к Абхазской подзоне известняков верхней юры и мела Гагрско-Джавской зоны складчатой системы Южного склона Большого Кавказа.

По М. С. Эристави [1], в окрестностях г. Гагра на брекчиевидные известняки титона (юра) согласно налегают нижнемеловые образования, представленные следующим восходящим разрезом: 1) известняки нижнего валанжина, 2) известняки среднего и верхнего валанжина, 3) известняки с экзогирами готерива, 4) известняки с кремнистыми стяжениями готерива, 5) глинистые и глауконитовые известняки готерива, 6) известняки нижнего баррема, 7) известняки верхнего баррема, 8) пелитоморфные известняки и мергели апта, 9) мергели альба. Известняками и мергелями нижнего мела сложен участок электроразведочных работ.

Описываемый разрез заканчивается согласно следовавшими образованиями верхнего мела — мергелями и песчаниками сеномана.

В районе электроразведочных исследований широко распространены различные формы карста — воронки, провалы и т. д.

Исходя из задач, поставленных перед электроразведкой, рабочими методами при проведении исследований на участке «Гагра альпийская» являлись вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ), круговое вертикальное электрическое зондирование (КВЭЗ) и симметричное электрическое профилирование. С целью изучения электрических параметров, развитых на исследованном участке горных пород, было использовано параметрическое вертикальное электрическое зондиро-

вание (ПВЭЗ). Такой комплекс методов постоянного тока является типичным при изучении карстовых областей [2, 3].

Максимальные разности питающих электродов АВ для ВЭЗ составляли 300 м.

Измерения для КВЭЗ проводились в четырех азимутах: N—S; NE—SW; E—W; SE—NW. Максимальные разности питающих электродов и в этом случае составляли 300 м.

Помимо изучения вопроса анизотропии развитых на исследованной площади образований, результаты КВЭЗ использованы наряду с результатами ВЭЗ, для составления геоэлектрических разрезов.

Симметричное электропрофилеирование с целью прослеживания на определенных глубинах отдельных маркирующих горизонтов, выделенных по ВЭЗ и КВЭЗ, проводилось с двумя разносами (для двух глубин): АВ=160 м; MN=40 м и A'B'=80 м; M'N'=20 м. Шаг измерения 20 м.

Максимальные разности питающих электродов АВ для ПВЭЗ составляли 40 м, в зависимости от обнаженности и мощности отдельных образований.

Проведенное КВЭЗ позволяет судить о направлении трещиноватости и закарстованности, которое совпадает с направлением большой оси эллипса анизотропии. На рис. 1 приводятся результаты наиболее характерных КВЭЗ. Говорить о ясно выраженном господствующем направлении трещиноватости и закарстованности не приходится, поскольку даже для приведенных четырех КВЭЗ (№ 1, 4, 9 и 18) большие оси эллипсов анизотропии направлены в разные стороны (SE—NW, NE—SW). Это указывает на существование отдельных локальных очагов закарстованности в карбонатной толще и отсутствие ясно выраженной ориентированной зоны.

ПВЭЗ дало необходимый материал для электрического расчленения развитых в исследованном районе горных пород. Карбонатная толща расчленяется на следующие компоненты:

1. $\rho = 160—400$ ом·м — сильно измененные породы карбонатного комплекса.
2. $\rho = 450—1400$ ом·м — слабо измененные породы карбонатного комплекса.
3. $\rho = 1500—3000$ ом·м — монолитные, слабо трещиноватые известняки.
4. $\rho \rightarrow \infty$ — монолитные известняки с возможным развитием карстовых пустот.
5. $\rho = 30—150$ ом·м — глинистый комплекс с отдельными включениями обломков брекчированных мергелей и известняков.

Геоэлектрические разрезы, построенные по результатам всего комплекса исследований, дают возможность судить об инженерно-геологических условиях изученного участка. Ограничиваемся описанием наиболее характерных разрезов (рис. 2).

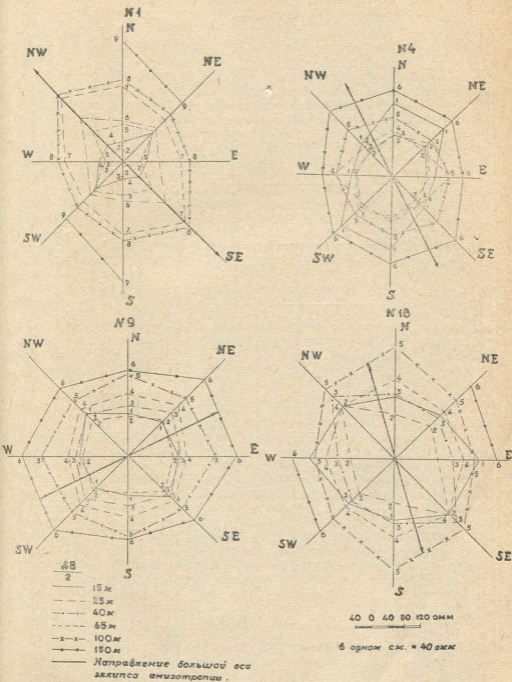


Рис. 1

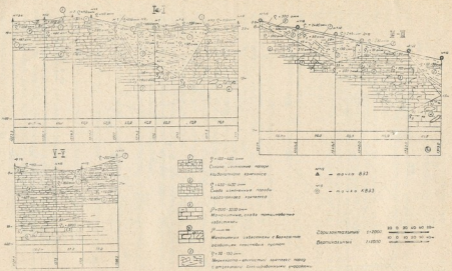


Рис. 2

Геоэлектрический разрез I—I

Пересекает центральную часть высокогорной поляны. С севера на юг вскрывает:

1. На отрезке ВЭЗ № 24, 3, 2, 1—сильно и слабо измененные породы карбонатного комплекса.

2. На отрезке КВЭЗ № 1, 2, 3, 4, 9 и ВЭЗ № 9—четко выраженную карстовую впадину (котловину), заблненную глинистым комплексом с отдельными включениями обломков брекчированных мергелей и известняков. Описываемый комплекс перекрывается маломощным покровом (1—4 м) сильно и слабо измененных пород карбонатного комплекса. На глубине 48—63 м (дно котловины) выявляются монолитные, слаботрещиноватые известняки, а также монолитные известняки с возможным развитием карстовых пустот.

3. На отрезке КВЭЗ № 5—ВЭЗ № 9—маломощную толщу (5—7,5 м) пород глинистого комплекса с включениями обломков брекчированных мергелей и известняков, подстилаемую мощной (55—65 м) пачкой сильно измененных пород карбонатного комплекса. На глубине 63—70 м вырисовывается кровля монолитных известняков с возможным развитием карстовых пустот.

Геоэлектрический разрез III—III

Проходит юго-восточнее разреза I—I и также пересекает высокогорную поляну. Здесь, как и для разреза I—I, в основном имеем трехслойную среду, с той лишь разницей, что разрез III—III на своем крайне южном отрезке (КВЭЗ № 11—12) вскрывает и вторую котловину. Предполагается, что здесь вырисовывается новая карстовая воронка.

Геоэлектрический разрез V—V

Проходит в северо-восточном углу исследованной площади и хотя и вскрывает, трехслойную среду, но уже с другим чередованием электрических параметров, по сравнению с разрезами I—I и III—III. Первый слой мощностью 5—9 м соответствует породам глинистого комплекса с включениями обломков брекчированных мергелей и известняков и сильно измененным породам карбонатного комплекса. Этот слой фактически состоит из отдельных островков. Второй слой мощностью 26—27 м составляют сильно и слабо измененные породы карбонатного комплекса. Третий, подстилающий слой представлен монолитными известняками с возможным развитием карстовых пустот (северная часть разреза) и слабо измененными породами карбонатного комплекса (южная часть разреза). Кровля этого слоя залегает соответственно на глубине 75, 63 и 31 м.

Выводы

1. Проведенные электроразведочные исследования позволили в основном решить поставленную перед геофизикой задачу — осветить характер коры выветривания и развития карста на участке под проектируемые сооружения будущего курорта «Гагра альпийская». По данным электроразведки, район исследования характеризуется весьма неодно-



родным геологическим строением. Различная интенсивность проявления карста и вытекающая отсюда различная степень сохранности пород карбонатной формации обусловили возможность расчленения последних на отдельные электрические горизонты. Проведенное ПВЭЗ позволило интерпретировать эти электрические горизонты как отдельные составные компоненты карбонатной формации и тем самым дать геоэлектрический разрез по изученной площади.

2. Геоэлектрический разрез (рис. 2) представлен в основном трехслойной средой, где первым покровным слоем мощностью порядка нескольких метров (редко до 4 м) представлены сильно измененные ($\rho = 160\text{--}400 \text{ ом} \cdot \text{м}$) и слабо измененные ($\rho = 450\text{--}1400 \text{ ом} \cdot \text{м}$) породы карбонатного комплекса. Следует отметить, что под измененностью пород подразумевается нами не только изменение степени интенсивности проявления в них трещиноватости, перемятости, раздробленности, но и изменение характера их увлажнения.

Таким образом, сильно измененные породы карбонатного комплекса, вместе с тем, должны быть более влажными, по сравнению с слабо измененными разновидностями этого комплекса. Вторым слоем в центральной части высокогорной поляны представлены породы глинистого комплекса с включениями обломков брекчированных мергелей и известняков ($\rho = 30\text{--}150 \text{ ом} \cdot \text{м}$). Мощность этого слоя варьирует в большом диапазоне—от 4—4 до 60 м. В редких случаях эти породы отвечают также маломощному покровному первому слою. Этот комплекс пород заполняет также карстовые воронки. Вне центральной котловины, на склонах, второму слою соответствуют сильно и слабо измененные породы карбонатного комплекса. Мощность их значительна и порой достигает 70 м.

Третий, подстилающий слой в большинстве случаев составляют монолитные, слаботрещиноватые известняки $\rho = 1500\text{--}3000 \text{ ом} \cdot \text{м}$ и монолитные известняки с возможным развитием карстовых пустот.

Глубина залегания кровли этих пород варьирует от 21 до 70 м. В отдельных случаях третьим слоем являются слабо измененные породы карбонатного комплекса.

3. Проведенные электроразведочные исследования носили рекогносцировочный характер. Поэтому для более детального освещения исследованной площади в дальнейшем, наряду с горными выработками, желательно предусмотреть некоторый объем геофизических работ. В частности, для уточнения глубины залегания и размеров карстовых пустот целесообразно в комплексе с электроразведкой применять микросейсмику.

Академия наук Грузинской ССР

Институт геофизики

(Поступило в редакцию 29.7.1966)

დ. ცინციშვილი, ბ. ტაბაღაძე

კარსტულ გამომვლინებათა შესწავლა ელექტროძიების მეთოდებით
მომავალი კურორტის „ალპური ბაზრის“ უბანში

რეზიუმე

მომავალი კურორტის „ალპური გაერის“ მშენებლობის რაიონში კარსტულ მოვლენათა ინტენსიურმა განვითარებამ განაპირობა „საქქალაქმშენსახპროექტის“ ინსტიტუტის მიერ გამოკვლევების პირველ ეტაპზე ელექტროძიების ჩატარება. მუდმივი დენის მეთოდების გამოყენებით შესაძლებელი გახდა ძირითადად გადაწყვეტილიყო ელექტროძიების წინაშე დასმული ამოცანები—კარბონატული წყების ქანებში სხვადასხვა დაცულობის მქონე ზონების, კარსტული სიღრუეების, მონოლითური კირქვების გამოყოფა და ამრიგად, საკვლევ ფართზე კარბონატული ქანების გამოფიტვის ქერქის დახასიათება.

ელექტროძიების მონაცემების საფუძველზე შედგენილი გეოელექტრული კრილები ძირითადად ასახავენ ცალკეული უბნების გეოლოგიურ აგებულებას და ამასთანავე საჭიროებენ შემდგომ დეტალურ შესწავლას.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Геология СССР, т. X, Грузинская ССР, ч. I, Геол. описание. М. 1964.
2. А. А. Огильви. Геоэлектрические методы изучения карста. Изд. МГУ, 1957.
3. Д. А. Цицишвили, Т. В. Голуб, Г. В. Татишвили. Инженерно-геологические условия отдельных участков сооружений Ингурской ГЭС по данным электроразведки. Сообщения АН ГССР, XXX, № 6, 1963.



ХИМИЯ

В. С. ВАРАЗШВИЛИ, Г. Д. ЧАЧАНИДЗЕ, Т. А. ПАВЛЕНИШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ТЕРМИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ФЕРРИТОВ СИСТЕМЫ $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{—ZnFe}_2\text{O}_4$

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Лавдия 12.5.1966)

Ферриты системы $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{—ZnFe}_2\text{O}_4$ впервые были изучены Сноком [1]. Они известны под названиями «феррокуб» и «оксифор» и широко используются в современной технике, особенно в качестве материалов для сверхвысоких частот, так как обладают высоким электросопротивлением, наряду с малыми диэлектрическими потерями.

Как известно, феррит никеля ферромагнитен и образует кристаллическую решетку типа обращенной шпинели, тогда как феррит цинка, не обладающий ферромагнитными свойствами, представляет тип кристаллической решетки нормальной шпинели. Эти ферриты образуют непрерывный ряд твердых растворов замещения, состав которых можно представить формулой $\text{Ni}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$.

В зависимости от соотношения количества ферромагнитного феррита никеля и неферромагнитного феррита цинка, входящих в состав смешанных ферритов, меняются их магнитные, электрические, тепловые и другие свойства, причем получение как смешанных, так и моноферритов связано с определенными трудностями.

Изменение магнитных характеристик и электросопротивления в зависимости от состава для всех областей системы $\text{NiO—ZnO—Fe}_2\text{O}_3$ подробно освещено в работах [2—6]. Однако в меньшей степени изучены термохимические свойства этих ферритов. Имеется несколько работ по исследованию теплоемкости никель-цинковых ферритов некоторых составов, а также моноферритов никеля и цинка [7—9].

Настоящая работа посвящена изучению свойств предназначенных для калориметрических измерений ферритов следующих составов: NiFe_2O_4 , $\text{Ni}_{0,8}\text{Zn}_{0,2}\text{Fe}_2\text{O}_4$, $\text{Ni}_{0,6}\text{Zn}_{0,4}\text{Fe}_2\text{O}_4$, $\text{Ni}_{0,4}\text{Zn}_{0,6}\text{Fe}_2\text{O}_4$, $\text{Ni}_{0,2}\text{Zn}_{0,8}\text{Fe}_2\text{O}_4$, ZnFe_2O_4 .

Результаты химического и рентгеноструктурного анализа сопоставлены с магнитными измерениями и впервые с данными термографического исследования.

Ферриты были изготовлены керамическим способом. В качестве исходных материалов были взяты окиси ZnO и Fe_2O_3 марки «чда», а также NiO , полученная термическим разложением нитрата никеля марки «чда». Навески, взятые с точностью 0,001 г, тщательно перемешивались в агатовой ступке. Затем спрессованные под давлением 500 кг/см^2 образцы подвергались предварительному обжигу при тем-

температуре 800—900°C в атмосфере воздуха в продолжение 8 часов. После вторичного помола и перемешивания образцы прессовались под давлением 800 кг/см² при наличии водного раствора этилового спирта в качестве связки. Спекание для окончательной ферритизации проводилось в силитовой печи с выдержкой при максимальной температуре в продолжение 40 часов. Ферриты, содержащие цинк, спекались в атмосфере кислорода с целью предотвращения возможного улетучивания цинка, восстановленного из ZnO при наличии двухвалентного иона железа [6]. В табл. 1 приводится температура окончательного спекания образцов.

Таблица 1

Состав	Т спек., °С
NiFe ₂ O ₄	1250
ZnFe ₂ O ₄	1100
Ni _{0,8} Zn _{0,2} Fe ₂ O ₄	1200
Ni _{0,6} Zn _{0,4} Fe ₂ O ₄	1200
Ni _{0,4} Zn _{0,6} Fe ₂ O ₄	1150
Ni _{0,2} Zn _{0,8} Fe ₂ O ₄	1150

Чистота полученных ферритов и полнота процесса ферритизации контролировались химическим, рентгеноструктурным и спектральным анализами, проведенными в лаборатории аналитической химии Института неорганической химии и электрохимии АН ГССР, а также измерениями точек Кюри образцов, проведенными в Грузинском институте металлургии.

Химический анализ заключался в определении железа перманганатным методом. После отделения железа содержание никеля определялось диметилглиоксином. Количество цинка в феррите устанавливалось двумя методами — ферроцианидным и трилонометрическим. В табл. 2 даются результаты химического анализа в вес. %.

Таблица 2

Состав	Fe		Ni		Zn	
	хим. анализ	теорет.	хим. анализ	теорет.	хим. анализ	теорет.
Ni _{0,8} Zn _{0,2} Fe ₂ O ₄	47,27	47,38	19,78	19,92	5,32	5,54
Ni _{0,6} Zn _{0,4} Fe ₂ O ₄	47,27	47,12	14,78	14,86	10,70	11,03
Ni _{0,4} Zn _{0,6} Fe ₂ O ₄	47,27	46,85	9,74	9,85	16,25	16,45
Ni _{0,2} Zn _{0,8} Fe ₂ O ₄	46,71	46,59	4,85	4,89	21,60	21,81
NiFe ₂ O ₄	48,22	47,66	25,37	25,04	—	—
ZnFe ₂ O ₄	46,70	46,33	—	—	26,97	27,12

Рентгенограммы для образцов были получены при FeK α -излучении с использованием фильтра Mn 20 μ в режиме $u=30$ кв, $I=14$ мА.

Результаты измерений показали, что все образцы однофазны и имеют кристаллическую структуру типа шпинели. На рентгенограммах ферритов никеля и цинка добавочных линий не наблюдается. Вычис-

ленные значения постоянной элементарной ячейки смешанных никель-цинковых ферритов находятся в хорошем соответствии с литературными данными (табл. 3).

Таблица 3

Состав	а А°		
	вычисл.	[10]	[5]
$Ni_{0,8}Zn_{0,2}Fe_2O_4$	8,35	8,345	8,356
$Ni_{0,6}Zn_{0,4}Fe_2O_4$	8,37	8,37	8,378
$Ni_{0,4}Zn_{0,6}Fe_2O_4$	8,39	8,385	8,396
$Ni_{0,2}Zn_{0,8}Fe_2O_4$	8,41	9,418	8,418

Точки Кюри ферритов были определены баллистическим методом. Нагрев образцов проводился в печи типа Тульчинского. Индикатором служил ЭО-5314. Табл. 4 иллюстрирует изменение точек Кюри в за-

Таблица 4

Состав	Точка Кюри, °С	
	эсп.	[3, 10, 12]
$NiFe_2O_4$	575	575-590
$Ni_{0,8}Zn_{0,2}Fe_2O_4$	475	490
$Ni_{0,6}Zn_{0,4}Fe_2O_4$	358	350
$Ni_{0,4}Zn_{0,6}Fe_2O_4$	175	180-200
$Ni_{0,2}Zn_{0,8}Fe_2O_4$	—	<50
$ZnFe_2O_4$	—	—

висимости от увеличения количества немагнитного феррита цинка. Полученные результаты сравниваются с литературными данными.

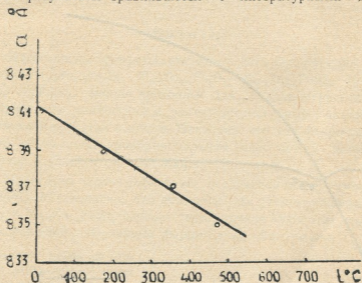


Рис. 1. Зависимость постоянной элементарной ячейки от температуры Кюри для ферритов системы $NiFe_2O_4 - ZnFe_2O_4$.

Следует учесть, что точность определения точки Кюри уменьшается с увеличением содержания цинка из-за возрастания ширины переходной области от ферромагнитного к парамагнитному состоянию.

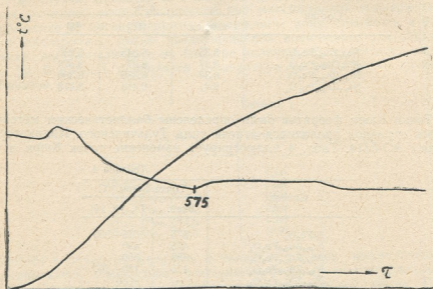


Рис. 2. Термограмма NiFe_2O_4

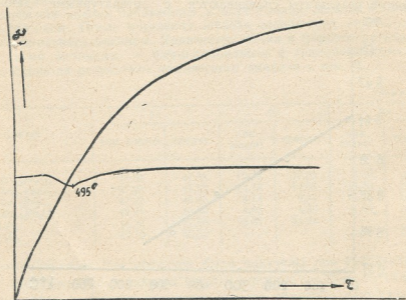


Рис. 3. Термограмма $\text{Ni}_{0.98}\text{Zn}_{0.2}\text{Fe}_2\text{O}_4$

Рентгеноструктурное исследование ферритов и измерения точек Кюри позволяют заключить, что для ферритов системы $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{—ZnFe}_2\text{O}_4$ существует прямолинейная зависимость между постоянной элементарной ячейки и точками Кюри (рис. 1). На существование такой связи для ферритов некоторых сложных составов указывается в работе [11].

Дифференциальный термический анализ проводился на установке ФПК-59 при максимальной чувствительности гальванометра дифференциальной термодомы. В качестве эталона использовался порошок корунда. Скорость нагрева образцов составляла $10^\circ/\text{мин}$. Исследования проводились от комнатной температуры до 1000°C . На рис. 2,3 приводятся термограммы NiFe_2O_4 и $\text{Ni}_{0,8}\text{Zn}_{0,2}\text{Fe}_2\text{O}_4$.

Наблюдаемые перегибы находятся в области ферромагнитного превращения ферритов состава NiFe_2O_4 и $\text{Ni}_{0,8}\text{Zn}_{0,2}\text{Fe}_2\text{O}_4$, и можно считать, что они соответствуют точкам Кюри этих веществ.

Для смешанных никель-цинковых ферритов остальных составов точки Кюри на термограммах не выявляются, возможно, из-за постепенного уменьшения условного теплового эффекта в точке ферромагнитного превращения в зависимости от увеличения содержания феррита цинка, а также из-за упомянутого выше расширения переходной области от ферромагнитного к парамагнитному состоянию. Других превращений у этих ферритов также не обнаружено, и поэтому соответствующие термограммы не приводятся.

Выводы

1. Изготовлены ферриты системы $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{—ZnFe}_2\text{O}_4$ следующих составов: $\text{Ni}_{0,8}\text{Zn}_{0,2}\text{Fe}_2\text{O}_4$, $\text{Ni}_{0,6}\text{Zn}_{0,4}\text{Fe}_2\text{O}_4$, $\text{Ni}_{0,4}\text{Zn}_{0,6}\text{Fe}_2\text{O}_4$, $\text{Ni}_{0,2}\text{Zn}_{0,8}\text{Fe}_2\text{O}_4$, NiFe_2O_4 , ZnFe_2O_4 , вполне пригодные для калориметрических измерений. Приведены химический и рентгеноструктурный анализы, определены точки Кюри этих веществ. Показано, что для ферритов изучаемой системы соблюдается пропорциональная связь между постоянной элементарной ячейкой и точками Кюри.

2. Проведено термографическое исследование ферритов в области $25\text{—}1000^\circ\text{C}$. Установлено, что перегибы на термограммах ферритов NiFe_2O_4 и $\text{Ni}_{0,8}\text{Zn}_{0,2}\text{Fe}_2\text{O}_4$ соответствуют точкам Кюри этих веществ. Других превращений у изучаемых ферритов не обнаружено.

Академия наук Грузинской ССР
Институт неорганической химии
и электрохимии

(Поступило в редакцию 12.5.1966)

3. ვარაზაშვილი, ვ. ჩაჩანიძე, თ. ფაშლენიშვილი

NiFe_2O_4 — ZnFe_2O_4 სისტემის ფერიტების ზომიერითი თერმობული
და მაგნიტური თვისებების შესწავლა

რეზიუმე

კერამიკული მეთოდით მიღებულია ნიკელ-თუთიის რთული ფერიტები: NiFe_2O_4 , ZnFe_2O_4 , $\text{Ni}_{0,8}\text{Zn}_{0,2}\text{Fe}_2\text{O}_4$, $\text{Ni}_{0,6}\text{Zn}_{0,4}\text{Fe}_2\text{O}_4$, $\text{Ni}_{0,4}\text{Zn}_{0,6}\text{Fe}_2\text{O}_4$, $\text{Ni}_{0,2}\text{Zn}_{0,8}\text{Fe}_2\text{O}_4$.

ქიმიური ანალიზი ადასტურებს, რომ სტექიომეტრია კარგადაა დაცული. რენტგენსტრუქტურული ანალიზით დადგენილია, რომ ყველა ნიმუში შპინელის სტრუქტურისაა. ამასთან ელემენტარული უჯრედის მულტივერები კარგად ემთხვევა ლიტერატურულ მონაცემებს. შემჩნეულია, რომ აღნიშნული სისტემის ფერიტების კიურის წერტილებსა და ელემენტარული უჯრედის მულტივერებს შორის არსებობს პროპორციული დამოკიდებულება.

ფერიტების თერმოგრაფიული შესწავლა აჩვენებს, რომ მათ 25 — 1000°C ფარგლებში არ აქვთ გარდაქმნა, გარდა ფერომაგნიტური გარდაქმნისა, რომელიც შესამჩნევია მხოლოდ NiFe_2O_4 და $\text{Ni}_{0,8}\text{Zn}_{0,2}\text{Fe}_2\text{O}_4$ თერმოგრამებზე.

დავოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Я. Сноек. Исследование в области новых ферромагнитных материалов. ИЛ, М., 1949.
2. Л. И. Рабкин и З. И. Новикова. К вопросу о сопоставлении электрических и магнитных свойств никель-цинковых ферритов. Изв. АН СССР, сер. физ., т. XXV, II, 1961, 1413.
3. К. Ван-дер-Бургт. Ферромагнетизм. Проблемы современной физики, 6, 1954, 126.
4. К. Т. Пискарев. Ферриты. Сб. статей. Минск, 1960, 170.
5. К. Т. Пискарев. Исследование системы NiO — ZnO — Fe_2O_3 . Изв. АН СССР, сер. физ., XXIII, 1959, 285.
6. Л. И. Рабкин, С. А. Соскин, Б. Ш. Эпштейн. Технология ферритов. Госэнергоиздат, М., 1962.
7. E. F. Westrum, D. M. Grimes. Heat capacities at low temperatures, entropy and enthalpy increments of four nickel-zinc ferros spinels. J. Phys. Chem., 61, 6, 1957, 761.
8. F. G. King. Heat capacities at low temperatures and entropy of five spinel minerals. J. Phys. Chem., 60, 4, 1956, 411.
9. L. Bochirol. Chaleur spécifique vraie des ferrites de zinc, de nickel et de cobalt. Comptes Rendus, 232, 1951, 232.
10. Н. Н. Сирота, Ю. М. Хачатрян, М. С. Бекбулатов. Ферриты и безконтактные элементы. Сб. статей, изд. АН БССР, Минск, 1959, 186.
11. Н. Н. Сирота. Ферриты. Сб. статей, Минск, 1960, 50.
12. А. А. Смоленский. Неметаллические ферромагнетики — ферриты. Изв. АН СССР, сер. физ., 16, 1952, 728.

Л. Д. МЕЛИКАДЗЕ, И. Л. ЭДИЛАШВИЛИ

ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ ПРОИЗВОДНЫХ 1,2-БЕНЗАНТРАЦЕНА В ПРИСУТСТВИИ НЕКОТОРЫХ АРОМАТИЧЕСКИХ АМИНОВ

(Представлено академиком Г. В. Цицишвили 26.9.1966)

Концентрационная трансформация флуоресценции с появлением длинноволновой полосы в спектре флуоресценции впервые установлена для концентрированных растворов пирена [1]. Указанное явление было объяснено образованием возбужденных димеров (эксимеров).

Образование эксимерных молекул было обнаружено у большого числа производных пирена [2—4], у бензола и толуола [5, 6], нафталина [6], мономезоалкилпроизводных [7—9], димезоалкилпроизводных [10] антрацена, у 1,2-бензантрацена и его производных [3, 11].

В литературе встречаются также данные об образовании эксимерных молекул смешанного типа — между пиреном и 1-метилпиреном, пиреном и 3,4-бензфенантроном, пиреном и периленом [3, 12], а также между производными антрацена [13]. Эти смешанные эксимеры образуются между молекулами углеводов одного или различных типов.

Недавно были описаны случаи [14—17], когда эксимерная флуоресценция наблюдалась у полиядерных углеводов в присутствии некоторых ароматических аминов—диметиланилина, N, N-диметиламино-*p*-толуидина, N, N-диметил- β -нафтиламина.

Аналогичная картина обнаружена нами при исследовании спектров флуоресценции бензольных растворов 1,2-бензантрацена, 10-этил-1,2-бензантрацена и 9,10-диметил-1,2-бензантрацена в присутствии некоторых третичных ароматических аминов, таких как тетраметил- и тетраэтилдиаминодифенилметан.

Использованные нами ароматические углеводороды, а также тетраметил- и тетраэтилдиаминодифенилметан предварительно тщательно очищались (перекристаллизацией и хроматографированием на Al_2O_3), после чего они по своим физико-химическим свойствам вполне соответствовали литературным данным. Растворителем был использован криоскопический бензол.

Во всех опытах концентрация исходного углеводорода была равной $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л, а концентрация амина изменялась в пределах $3 \cdot 10^{-2}$ — $3 \cdot 10^{-3}$ моль/л.

В растворах указанных соединений при концентрации амина уже $3 \cdot 10^{-3}$ моль/л в длинноволновой части спектра появляется бесструктурная полоса флуоресценции, интенсивность которой растет с повышением концентрации амина. Повышение интенсивности в длинноволновой части сопровождается одновременным уменьшением интенсивности флуоресценции исходного углеводорода.

Для примера в таблице приведены абсолютные квантовые выходы флуоресценции 1,2-бензантрацена, а также длинноволновой флуоресценции при различных концентрациях тетраметилдiamiнодифенилметана в растворе.

Абсолютные квантовые выходы флуоресценции 1,2-бензантрацена и длинноволновой полосы флуоресценции до и после добавления тетраметилдiamiнодифенилметана в бензольный раствор в различных концентрациях

Концентрация амина, моль/л	Квантовый выход флуоресценции	
	1,2-бензантрацен	1,2-бензантрацен + амин
0	0,100	—
0,003	0,068	0,046
0,006	0,049	0,070
0,010	0,036	0,088
0,020	0,022	0,110
0,030	0,016	0,120

Изменение квантовых выходов исходной флуоресценции углеводородов, а также квантовых выходов длинноволновой полосы флуоресценции в зависимости от концентрации исследуемых аминов в растворе хорошо описывается формулой Штерна—Фолтера—Вавилова, что указывает на существенное значение диффузионных процессов.

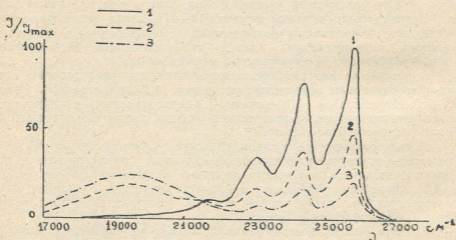


Рис. 1. Спектры флуоресценции бензольных растворов: 1—1,2-бензантрацен при концентрации $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л, 2—смесь 1,2-бензантрацена $[c]=1 \cdot 10^{-3}$ моль/л и тетраметилдiamiнодифенилметана $[c]=6 \cdot 10^{-3}$ моль/л, 3—смесь 1,2-бензантрацена $[c]=1 \cdot 10^{-3}$ моль/л тетраметилдiamiнодифенилметана $[c]=2 \cdot 10^{-2}$ моль/л

На рис. 1 приведены спектр флуоресценции 1,2-бензантрацена и длинноволновая полоса флуоресценции при различных концентрациях тетраметилдiamiнодифенилметана в растворе.

Исследованием спектров поглощения отдельных компонентов, а также их смеси установлено, что никаких существенных изменений в спектре поглощения исходных углеводородов при добавлении к ним аминов не наблюдается (рис. 2). В связи с этим можем предположить, что указанная длинноволновая полоса флуоресценции обусловлена образованием эксимерных молекул. Это указывает, что в основном — невозбужденном — состоянии эксимеры, ответственные за появление длинноволновой флуоресценции, не существуют, а образуются в возбужденном состоянии (тетраметил- и тетраэтилдиаминодифенилметан не поглощает свет $\lambda=365$ м μ используемый для возбуждения молекул исходного углеводорода).

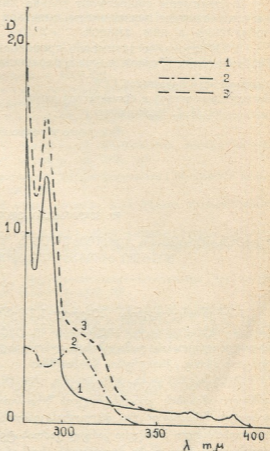


Рис. 2. Спектры поглощения бензольных растворов. По оси ординат — оптическая плотность D раствора при толщине слоя 0,05 мм. 1 — 1,2-бензантрацен при концентрации $3 \cdot 10^{-3}$ моль/л; 2 — тетраметилдиаминодифенилметан при концентрации $1,5 \cdot 10^{-3}$ моль/л; 3 — смесь 1,2-бензантрацена $[c]=3 \cdot 10^{-3}$ моль/л и тетраметилдиаминодифенилметана $[c]=1,5 \cdot 10^{-3}$ моль/л

Было исследовано влияние различных растворителей на проявление эксимерной флуоресценции, в результате чего установлено: эксимерная флуоресценция у указанных систем наблюдается лишь в неполярных растворителях (бензол, толуол, парафиновые углеводороды); в полярных растворителях (ацетон, этанол) появление эксимерной



флуоресценции не отмечается; добавление ацетона и этанола к бензольным растворам смеси углеводород-амин подавляет длинноволновую флуоресценцию, принадлежащую эксимерам, и таким путем играет роль тушителя.

Выводы

1. Введение тетраметил- и тетраэтилдиминодифенилметана в бензольные растворы 1,2-бензантрацена, 10-этил-1,2-бензантрацена, 9,10-диметил-1,2-бензантрацена вызывает появление длинноволновой флуоресценции, принадлежащей эксимерам.

2. Эксимеры существуют только лишь в возбужденном состоянии, на что указывает неизменность спектров поглощения углеводородов при добавлении к ним аминов.

3. Образование эксимеров происходит только лишь в неполярных растворителях (бензол, толуол, парафиновые углеводороды).

Академия наук Грузинской ССР

Институт физической и органической химии

им. П. Г. Меликишвили

(Поступило в редакцию 26.9.1966)

კიბნა

ლ. მელიკაძე, ი. ადილაშვილი

1,2-ბენზანტრაცენის წარმოებულების ფლუორესცენცია ხსნარში ზონდირებითი არომატული ამინის თანარობისას

რეზიუმე

1,2-ბენზანტრაცენის, 10-ეთილ-1,2-ბენზანტრაცენისა და 9,10-დიმეთილ-1,2-ბენზანტრაცენის ბენზოლხსნარებში ტეტრამეთილ- და ტეტრაეთილდამინოდიფენილმეთანის დამატებისას აღმოჩენილია გრძელტალღოვანი ფლუორესცენციის მქონე ექსიმერების წარმოქმნა.

ექსიმერული ფლუორესცენციის ინტენსივობა იზრდება ხსნარში ზემოაღნიშნული ამინების კონცენტრაციის ზრდასთან ერთად, ხოლო ნახშირწყალბადისათვის მახასიათებელი ფლუორესცენციის ინტენსივობა მცირდება. ორივე ზემოაღნიშნული პროცესი კარგად გამოიხატება შტერნ-ფოლმერ-ვაგილოვის ფორმულით, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ ეს პროცესები დიფუზიური ხასიათისაა.

ექსიმერული მოლეკულების წარმოქმნა ფლუორესცენციის სპექტრის საფუძველზე აღმოჩენილ იქნა მხოლოდ არაპოლარულ გამხსნელებში (ბენზოლი, ტოლუოლი, პარაფინული ნახშირწყალბადები); პოლარულ გამხსნელებში კი ექსიმერების არსებობა არ ყოფილა შემჩნეული.

1. T. Förster, K. Kasper. Ein Konzentrationsumschlag der Fluoreszenz. *Z. phys. chem.*, N. F., 1, 1954, 275.
2. E. Döller. Der Konzentrationsumschlag der Fluoreszenz bei Pyren derivaten. *Z. phys. chem.*, N. F., 34, 1962, 151.
3. J. B. Birks, L. G. Christophorou. Resonance interactions of fluorescent organic molecules in solution. *Nature*, 196, 1963, 33.
4. J. B. Birks, L. G. Christophorou. Eximer fluorescence spectra of pyrene derivatives. *Spectrochim. acta*, 19, 1963, 401.
5. Т. В. Иванова, Г. А. Мокеева, Б. Я. Свешников. О зависимости флуоресценции растворов бензола, толуола и п-ксилола... *Опт. и спектр.*, 12, 1962, 586.
6. E. Döller, T. Förster. Der Konzentrationsumschlag der Fluoreszenz des Naphthalins. *Z. phys. chem.*, N. F., 31, 1962, 274.
7. Г. А. Тищенко, Б. Я. Свешников, А. С. Черкасов. О зависимости спектров флуоресценции растворов мезозамещенных антрацена от концентрации растворенного вещества. *Опт. и спектр.*, 4, 1958, 631.
8. Т. М. Вембер, А. С. Черкасов. О взаимном влиянии некоторых 9-монопроизводных антрацена на квантовые выходы... *Опт. и спектр.*, 6, 1959, 232.
9. Н. С. Базилевская, А. С. Черкасов. Возбужденные димеры производных антрацена. *Опт. и спектр.*, 18, 1965, 58.
10. Н. С. Базилевская, А. С. Черкасов. Возбужденные димеры антрацена (димезоалкилантрацены). *Опт. и спектр.*, 18, 1965, 145.
11. J. B. Birks, L. G. Christophorou. Eximer Fluorescence of aromatic hydrocarbons in solution. *Nature*, 194, 1962, 442.
12. R. M. Hochstrasser. Mixed Dimer Emission from Purene Crystals Containing Perylene. *J. Chem. Phys.*, 36, 1962, 1099.
13. А. С. Черкасов, Н. С. Базилевская. Возбужденные димеры (эксимеры) производных антрацена и концентрационное тушение флуоресценции. *Изв. АН СССР, сер. физ.*, 29, 1965, 1284.
14. H. Leonhardt, A. Weller. Electroneübertragungsreactionen des angerigten Perylens. *Ber. Buns. Ges. Phys. chem.*, 67, 1963, 791.
15. N. Mataga, K. Ezumi, K. Takahashi. Adiabatic and Non-adiabatic Electron Transfer Mechanism of Fluorescence. Quenching *Z. phys. Chem. N. F.*, 44, 1965, 250.
16. N. Mataga, K. Ezumi, T. Okada. Temperature effects on charge transfer fluorescence spectra and mechanisms of charge transfer interactions in the excited electronic state. *Molec. phys.*, 10, 1966, 201.
17. N. Mataga, T. Okada, K. Ezumi. Fluorescence of pyrene-N,N-dimethylaniline complex in non-polar solvent. *Molec. phys.*, 10, 1966, 203.

Ю. А. МУРАВЬЕВ, Т. В. ДЕВДАРИАНИ, Д. Ф. КУТЕПОВ,
 В. В. КОРШАК

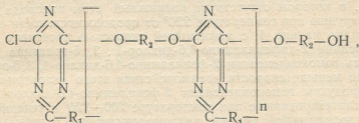
СИНТЕЗ ТЕРМОСТОЙКИХ ПОЛИМЕРОВ, СОДЕРЖАЩИХ СИММЕТРИЧНЫЙ ТРИАЗИНОВЫЙ ЦИКЛ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. И. Арешидзе 9.1.1967)

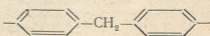
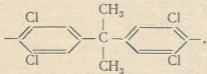
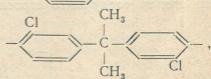
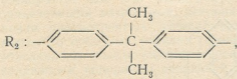
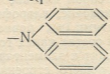
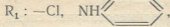
Известно, что введение симметричного триазинового цикла в полимерной цепи приводит к повышению термостойкости полимеров [1]. Это обусловлено высокой прочностью симметричного триазинового кольца и устойчивостью его к повышенным температурам.

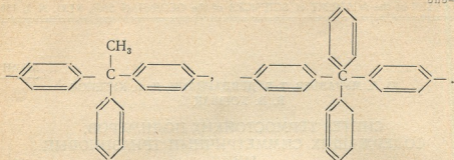
В последнее время появились работы, посвященные получению термостойких триазиновых полимеров методом межфазной поликонденсации цианурхлорида с бис-фенолами. Однако полученные полимеры не могли найти практического применения ввиду их свойств [2].

Методом высокотемпературной поликонденсации нами был получен ряд полифенилен-симм-триазиновых эфиров на основе цианурхлорида и его моноариламинозамещенных и бис-фенолов общего вида



где



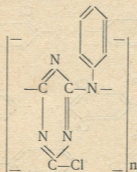


Было установлено, что основная реакция поликонденсации 2-фениламино-4,6-дихлор-1,3,5-триазина (МАЦ) с 2,2-бис-(4-оксифенил)-пропаном (диан) сопровождается побочным процессом гомоконденсации ариламинозамещенного хлортриазина, приводящим при температуре реакции 200—220° к получению полимеров с разветвленной структурой. При повышенных температурах синтеза 240—260° или при избытке в реакционной смеси 2-фениламино-4,6-дихлор-1,3,5-триазина были получены неплавкие и нерастворимые полимеры с пространственной структурой [3].

На рис. 1 показана зависимость степени завершенности реакции взаимодействия 2-фениламино-4,6-дихлор-1,3,5-триазина с дианом и реакцией гомоконденсации 2-фениламино-4,6-дихлор-1,3,5-триазина и модельного соединения 2-дифениламино-4,6-дихлор-1,3,5-триазина (ДФАЦХ), в котором отсутствует подвижный атом водорода вторичной аминогруппы при температуре 220° от продолжительности реакции.

Как видно из рис. 1, с наименьшей скоростью протекает процесс гомоконденсации 2-дифениламино-4,6-дихлор-1,3,5-триазина (кривая 3). Скорость гомоконденсации 2-фениламино-4,6-дихлор-1,3,5-триазина значительно меньше скорости взаимодействия этого хлортриазина с дианом. Продукты гомоконденсации 2-фениламино-4,6-дихлор-1,3,5-триазина, синтезированные при температуре 200—220° в течение 18 часов, представляли собой плавкие низкомолекулярные смолы, хорошо растворимые в диоксане, хлороформе и ацетоне, с небольшими приведенными вязкостями ($\mu_{пр}$ равна 0,03—0,07).

Элементарный состав таких гомополимеров, приведенный в табл. 1, ближе всего подходит к элементарному составу полимера со структурным звеном следующего строения:



Последующая термообработка таких полимеров в течение 14 часов при температуре 260° приводила к образованию неплавких и нерастворимых полимеров, по-видимому, пространственной структуры, причем было отмечено выделение хлористого водорода.

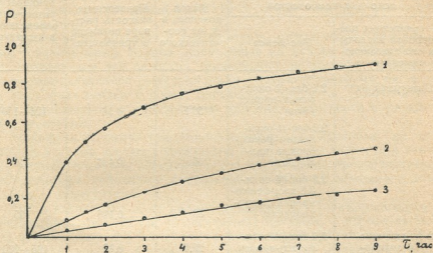


Рис. 1. Зависимость степени завершения реакции от продолжительности: 1—взаимодействие МАЦ с дианом; 2—гомоконденсация МАЦ; 3—гомоконденсация ДФАЦХ

Таблица 1
Элементарный состав гомополимера для структурного звена $C_6H_5N_4Cl$

Найдено, %				Вычислено, %			
C	H	N	Cl	C	H	N	Cl
53,4	2,52	25,8	18,1	52,9	2,44	26,42	17,41

Гомоконденсацией 2-дифениламино-4,6-дихлор-1, 3, 5-триазина при температуре $220-240^{\circ}$ были получены низкомолекулярные продукты с приведенными вязкостями, лежащими в пределах $0,025-0,05$. На основании рассмотренных экспериментальных данных можно предположить, что побочные реакции гомоконденсации арилиминозамещенных обусловлены взаимодействием реакционноспособных атомов хлора с подвижным водородом вторичной аминогруппы, а также с менее подвижным водородом фенильного ядра арилиминового заместителя симметричного хлортриазина.

Указанные процессы гомоконденсации при повышенных температурах ($240-260^{\circ}$) в конечном итоге приводят к получению полимеров с трехмерной пространственной структурой.

Оптимальной температурой синтеза полифенилен-симм-триазиниловых эфиров на основе арилиминозамещенных цианурхлорида была принята температура, не превышающая $200-220^{\circ}$.

Таблица 2

Полифенилен-симм-триазиновые эфиры, синтезированные на основе симметричных хлортриазинов и 2,2-бис-(4-оксифенил)-пропана и его хлорпроизводных

№ п/п	Эквимолекулярные количества исходных компонентов		Выход полимера в % от теоретического	Приведенная вязкость раствора полимера в трикрезоле	Температура размягчения, определенная в капилляре, °С
	Хлорангидрид циануровой кислоты и его ариламинозамещенные	Бис-фенол			
1	Цианурхлорид*	2,2-бис-(4-окси-фенил)-пропан (диан)	53,5	0,16	125–130
		2,2-бис-(4-окси-3-хлор-фенил)-пропан (дихлордиан)	48	0,137	110
		2,2-бис-(4-окси-3,5-хлорфенил)-пропан (тетрохлордиан)	38	0,116	105
2	2-фениламино-4,6-дихлор-1,3,5-триазин МАЦ**	2,2-бис-(4-окси-фенил)-пропан	92,5	0,19	185–200
		2,2-бис-(4-окси-3-хлорфенил)-пропан	84	0,156	—
		2,2-бис-(4-окси-3,5-дихлорфенил)-пропан	72,5	0,14	145
3	2-дифенил-амин-4,6-дихлор-1,3,5-триазин (ДФАЦХ)**	2,2-бис-(4-окси-фенил)-пропан	88	0,074	105–110

Примечание: * Реакция проводилась при температуре 240° в течение 16 часов.
** Реакция проводилась при температуре 220° в течение 12 часов.

В отличие от ариламинозамещенных цианурхлорида, поликонденсация цианурхлорида с некоторыми бис-фенолами проводилась при температуре 240°. Образующиеся полимеры в большинстве случаев представляли собой плавкие и хорошо растворимые во многих органических растворителях (хлороформ, диоксан, ацетон, трикрезол и др.) порошки от светло-желтого до темно-желтого цвета.

В табл. 2 показаны свойства триазиновых полимеров, полученных при взаимодействии эквимолекулярных количеств цианурхлорида и его ариламинозамещенных с некоторыми бис-фенолами.

Как видно из таблицы, введение электроотрицательных атомов хлора в молекулу бис-фенола в орто-положении по отношению к гидроксильной группе в случае взаимодействия бис-фенолов с цианурхлоридом и МАЦ приводит к понижению выхода и приведенной вязкости полученных полимеров, что связано, по-видимому, с уменьшением реакционной способности гидроксильной группы. Этот вывод подтверждает

ся сравнением констант скоростей реакции взаимодействия цианурхлорида и МАЦ с дианом и дихлордианом. Так, константа скорости взаимодействия МАЦ с дианом при 220° составляет $29,5 \cdot 10^{-5}$, в то время как соответственная константа для взаимодействия МАЦ с дихлордианом при этой температуре равна $14,78 (10^{-5} \text{ л/моль} \cdot \text{сек при бимолекулярности реакции})$.

Приведенная вязкость и температура размягчения полифенилен-симм-триазиновых эфиров, полученных на основе МАЦ и бис-фенолов, превосходит эти свойства триазиновых полимеров, синтезированных поликонденсацией цианурхлорида с соответственными бис-фенолами. Этот факт связан с ролью побочного процесса гомоконденсации МАЦ, приводящего к образованию линейных полимеров с разветвленной структурой.

Полифенилен-симм-триазиновые эфиры, полученные на основе ДФАЦХ и диана, имеют пониженную приведенную вязкость и температуру размягчения, что, вероятнее всего, обусловлено пространственными затруднениями, связанным с введением в триазин объемного диарил-аминного заместителя.

Была также проведена поликонденсация МАЦ с гидрохиноном, 4,4-диоксифенилом, 2,2-бис-(4-оксифенил)-метаном, 2,2-бис-(4-оксифенил)-фенилэтаном, 2,2-бис-(4-оксифенил)-дифенилметаном, что привело к получению хрупких полимеров с приведенными вязкостями в пределах $0,1—0,2$.

Полученные полимеры находят практическое применение в качестве отвердителей эпоксидных смол [4].

Экспериментальная часть

Полифенилен-симм-триазиновые эфиры получали методом равновесной поликонденсации цианурхлорида и его ариламинозамещенных с различными бис-фенолами в среде высококипящего органического растворителя дитолилметана (температура кипения $285,5—286,5^\circ$).

В трехгорлую колбу, снабженную термометром, барботером для подачи очищенного от кислорода аргона и трубкой для отвода аргона и выделяющегося хлористого водорода, загружали 40 мл дитолилметана и бис-фенол в количестве, соответствующем концентрации его в растворе $0,6 \text{ моль/л}$. Затем колбу помещали в силиконовую баню, нагревавшуюся плиткой. Температура в бане регулировалась контактным термометром и электронным реле. Через раствор в колбе пропускали строго постоянный ток очищенного от кислорода воздуха аргона со скоростью $10—15 \text{ см}^3/\text{мин}$. По достижении необходимой температуры (изменявшейся в различных опытах от 180 до 240°) в колбе загружали расчетное количество второго компонента реакции — цианурхлорида или его ариламинозамещенного. Продолжительность реакции поликонденсации в зависимости от температуры синтеза и реакционной способности компонентов составляла $12—24$ часа.

Контроль за реакцией поликонденсации осуществлялся по выделению хлористого водорода. По окончании реакции образующиеся полимерные продукты очищались от растворителя трехкратным переосаждением их из растворов в хлороформе петролейным эфиром и сушились в вакууме при температуре 60° до постоянного веса. Получен-



ные полифенилен-симм-триазилиновые эфиры представляли собой пластичные, хорошо растворимые во многих органических растворителях (в хлороформе, ацетоне, трикрезоле и др.) порошки от светло-желтого до темно-желтого цвета. Приведенные вязкости таких полимеров определялись для их 0,5—3% растворов в трикрезоле.

Выводы

1. Методом высокотемпературной поликонденсации получен целый ряд полифенилен-симм-триазилиновых эфиров на основе цианурхлорида и его ариламинозамещенных и бис-фенолов.

2. Найдено, что основной процесс поликонденсации ариламинозамещенных цианурхлорида с бис-фенолами сопровождается побочной реакцией гомокоонденсации ариламинозамещенных цианурхлорида.

3. Описаны некоторые свойства синтезированных полифенилен-симм-триазилиновых эфиров.

4. Синтезированы низкомолекулярные полимеры гомокоонденсацией 2-фенил-амино-4,6-дихлор-1, 3, 5-триазина и 2-дифениламино-4,6-дихлор-1, 3, 5-триазина.

5. Полифенилен-симм-триазилиновые эфиры нашли практическое применение в качестве отвердителей эпоксидных смол.

Московский химико-технологический институт

им. Д. И. Менделеева

(Поступило в редакцию 9.1.1967)

ქიმიკი

ი. მურავიოვი, თ. დევიდარიანი, დ. კუტეპოვი, ვ. კორშაკი

თერმომდგრადი პოლიმერების სინთეზი, რომლებიც შეიცავენ სიმეტრიულ ტრიაზინის ციკლს

რეზიუმე

შრომში აღწერილია პოლიფენილენ ტრიაზინის ეთერების მიღების ახალი წესი.

1. პოლიკონდენსაცია მიმდინარეობს ინერტული გამხსნელის არეში, მაღალტემპერატურულ პირობებში ბისფენოლებისა (დიანი) და ციანურქლორიდის ან არილამინონაწარმს შორის.

2. მაღალტემპერატურული პოლიკონდენსაციის საშუალებით მიიღებიან პოლიმერები, რომელსაც არა მარტო თეორიული, არამედ აგრეთვე პრაქტიკული მნიშვნელობაც აქვთ.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Шихан, А. Р. Бенц, И. С. Петрополус. Синтез и химические превращения полимеров. Химия и технология полимеров, № 8, 1962, 13.
2. L. C. Piculesimer, T. F. Laundees. Polyphenylenc-S-Tridzinye Ethers by Interfaetal Polycondensation. J. Pollmer sei., A 3, № 7, 1965, 2673—2684.
3. Ю. А. Муравьев, Д. Ф. Кутепов. Тезисы докладов научных сотрудников и аспирантов МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1966, 53.
4. Ю. А. Муравьев, Д. Ф. Кутепов, В. В. Коршак. Способ отверждения эпоксиолигомеров. Авторское свидетельство № 1039610/23—5, 1965.

Б. А. ЛАШКИ, Л. В. ЗВЕРЕВ, В. Н. ГАПРИНДАШВИЛИ

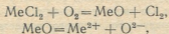
ИССЛЕДОВАНИЕ СМАЧИВАЕМОСТИ НЕКОТОРЫХ МИНЕРАЛОВ И ОКИСЛОВ РАСПЛАВАМИ ХЛОРИДОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Лавдия 14. 7. 1966)

При хлорировании минеральных веществ в среде расплавленных хлористых солей часто наблюдается плохое смачивание компонентов расплавом. Неполная смачиваемость входящих в состав шихты углеродистых восстановителей расплавленными хлоридами—явление, известное из практики электролиза. Смачиваемость графита и других видов твердого углерода расплавленными солями экспериментально исследовалась в работах А. И. Беляева и сотрудников [1—3]. Однако при проведении лабораторных опытов хлорирования наблюдается неполное смачивание не только восстановителей, но и подлежащих хлорированию минералов.

Смачивание хлорируемого материала расплавленными хлоридами, естественно, может оказывать существенное влияние на процесс хлорирования в расплаве. Если допустить, что взаимодействие хлорируемых окислов с хлором идет через расплав, плохая смачиваемость должна препятствовать хлорированию. Напротив, в том случае, если хлорирование происходит при непосредственном контакте минеральных частиц с пузырьками газообразного хлора, плохая смачиваемость поверхности минеральных частиц расплавом будет способствовать хлорированию.

Сведения о смачиваемости расплавленными хлоридами минералов, окислов металлов и других веществ, помимо касающихся графита и углей, в литературе почти отсутствуют. Известна лишь одна работа [4], в которой рассматривается этот вопрос. Согласно этой работе, если в газовой фазе, находящейся в контакте с расплавом, присутствует кислород, то расплав галогенидов будет смачивать поверхность окислов, силикатов, металлов и, вообще, любого твердого вещества, за исключением графита и золота. Это явление объясняется тем, что в присутствии кислорода в расплаве галогенидов неизбежно образуется то или иное количество ионов O^{2-} по следующей схеме:



а на поверхности твердого тела образуется окисная пленка. Существование общих ионов O^{2-} в расплаве и на поверхности твердого тела обуславливает полное смачивание твердой поверхности расплавом. Исключение составляют графит и золото, на поверхности которых в присутствии кислорода не образуются ионы O^{2-} .



В данной работе исследовано влияние состава расплава и природы твердого вещества на смачиваемость в условиях, близких к условиям хлорирования, т. е. в атмосфере хлора и $\text{CO} + \text{CO}_2$.

В качестве метода исследований был выбран метод измерения краевого угла смачивания (Θ), применяемый в работах [1—4].

Для определения краевого угла смачивания гранулу исследуемой соли весом 0,1—0,3 г помещали в горизонтальную кварцевую трубку на плоской поверхности подложки из исследуемого твердого вещества и нагревали до расплавления. После расплавления соли жидкость или полностью растекается по подложке (в случае совершенного смачивания, краевой угол смачивания $\Theta = 0^\circ$), или образует каплю с большим или с меньшим значением краевого угла, характеризующим межфазовое натяжение на границе жидкости (расплав)-твердое. Каплю хлорида с помощью оптической системы проектировали в увеличенном виде на экран. Обведя на экране контуры капли, легко измерить Θ . На рис. 1 представлена схема установки для определения краевого угла смачивания.

При исследовании графита [3, 4] смачиваемость характеризовалась не только краевым углом смачивания, но и продолжительностью жизни капли, так как капля на поверхности графита расплывается тем скорее, чем больше смачиваемость поверхности расплавом. Заметим, что краевой угол смачивания — величина, характеризующая равновесное состояние. При постоянном растекании капли измеряемая величина краевого угла смачивания становится величиной условной, так как она меняется во времени, достигая в конечном счете минимального значения ($\Theta = 0^\circ$). В таком случае для характеристики процесса смачивания существенное значение приобретает величина — продолжительность существования капли.

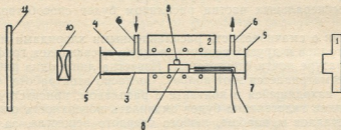


Рис. 1. Общая схема установки для определения краевых углов смачивания солей: 1—осветитель; 2—трубчатая электропечь; 3—кварцевая трубка ($d=10$ мм); 4—шлиф; 5—стеклянное окошко; 6—патрубки для ввода и вывода газа; 7—термопара; 8—подложка из исследуемого твердого вещества; 9—капля расплава; 10—фотообъектив; 11—экран

В настоящей работе исследована смачиваемость расплавленными KCl и CaCl_2 и эвтектической смесью $\text{KCl}-\text{NaCl}$ твердых поверхностей ряда окислов (Al_2O_3 , SiO_2 , ZrO_2 , Nb_2O_5) и минералов (корунда, циркона, берилла, микроклина, талька, флюорита и графита).

Для приготовления подложек из окислов порошкообразный материал (марки «хч») смешивали с небольшим количеством раствора декстрина и прессовали в виде таблетки ($d=10$ мм) под давлением 250 кг/см². Полученные таблетки прокаливали при 1200°C в атмосфере воздуха. Из небольших образцов по возможности чистых материалов изготавливались полированные пластинки размером 10×10 мм.

Для удаления кислорода из расплава испытываемые хлориды расплавляли и охлаждали в атмосфере хлора. Применяемые газы до поступления в кварцевую трубу очищались от кислорода и осушались пропусканием через поглотители CaCl_2 и H_2SO_4 . Опыты с эвтектикой $\text{KCl}-\text{NaCl}$ проводились при 700° , а с KCl и CaCl_2 — при 800° .

В результате опытов определения смачиваемости твердых тел расплавом $\text{KCl}-\text{NaCl}$ на воздухе было установлено, что во всех случаях капля расплава быстро растекается или впитывается вовнутрь подложки. Скорость растекания или впитывания капли для подложек из различных материалов колеблется от нескольких секунд до минуты. Эти наблюдения согласуются с выводами Вартенберга. Лишь на подложке из графита наблюдали относительно устойчивую в атмосфере воздуха каплю с продолжительностью жизни в несколько минут.

Аналогичные результаты получены для расплавов KCl и CaCl_2 .

Таким образом, в атмосфере воздуха расплавы хлоридов смачивали поверхности всех исследованных минералов и окислов, за исключением графита. Смачиваемость графита заметно отличается от смачиваемости других веществ ($\theta_{\text{KCl}}=127^{\circ}$, $\theta_{\text{KCl}-\text{NaCl}}=147^{\circ}$), но это отличие заключается лишь в кинетике смачиваний, так как образующаяся на поверхности графита капля расплава существует лишь в течение нескольких минут.

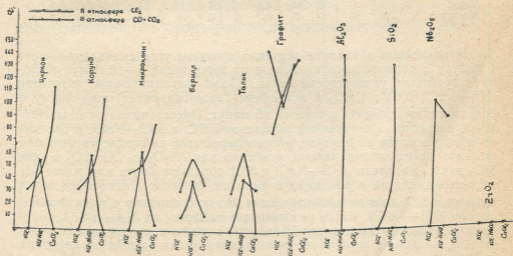


Рис 2. Зависимость краевого угла смачивания от состава расплава и твердой фазы в атмосфере хлора и $\text{CO}+\text{CO}_2$

Опыты, проведенные в атмосфере $\text{CO}+\text{CO}_2$ и Cl_2 , показали существенно различные результаты (см. таблицу и рис. 2). На многих

подложках из окислов и минералов образуются относительно устойчивые капли, имеющие значительный начальный краевой угол смачивания. Явно проявляется различие в величинах значений Θ и продолжительности существования капли на подложках из разных материалов и для капель расплавленных KCl, KCl—NaCl и CaCl₂ на одинаковых подложках. Иначе говоря, в атмосфере Cl₂ и CO+CO₂, исключающих образование окислов или ионов O²⁻ в расплаве хлоридов, некоторые окислы и минералы плохо смачиваются расплавленными хлоридами и смачиваемость зависит как от природы (состава) твердого вещества, так и от природы расплава.

Краевой угол смачивания окислов и минералов расплавами KCl, KCl—NaCl и CaCl₂ в среде CO+CO₂ и Cl₂. Θ_1 —через 1 минуту после расплавления, Θ_2 —в конце опыта, в скобках—время в минутах от расплавления до конца опыта

Окислы и минералы	Расплав KCl				Расплав KCl—NaCl				Расплав CaCl ₂			
	CO+CO ₂		Cl ₂		CO+CO ₂		Cl ₂		CO+CO ₂		Cl ₂	
	Θ_1	Θ_k	Θ_1	Θ_k	Θ_1	Θ_k	Θ_1	Θ_k	Θ_1	Θ_k	Θ_1	Θ_k
Al ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	120	0(15)	140	140(10)
SiO ₂	0	0	0	0	0	0	28	0(2)	0	0	130	130(10)
ZrO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nb ₂ O ₅	0	0	0	0	100	0(4)	0	0	86	0(5)	0	0
Циркон	0	0	32	0(5)	56	5(5)	48	30(5)	0	0	114	114(10)
Корунд	0	0	32	0(5)	60	13(5)	46	34(5)	0	0	104	104(5)
Микроклин	0	0	46	30(6)	64	4(7)	52	43(6)	4	0(1)	85	80(8)
Берил	10	10(5)	32	32(6)	40	30(2)	58	37(10)	12	0(3)	37	0(3)
Тальк	0	0	30	24(5)	42	6(5)	64	0(12)	34	20(5)	0	0
Флюорит	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Графит	79	79(15)	147	147(15)	107	107(15)	100	100(15)	135	135(15)	135(15)	135(15)

Приведенные в таблице значения краевого угла смачивания через 1 минуту с момента расплавления и по прошествии 5—10 минут позволяют судить об устойчивости капли. Капля расплавленной эвтектики KCl—NaCl, KCl и CaCl₂ в атмосфере газов сохраняет свою форму с большим значением Θ в течение 15 минут. Прессованные окисные таблетки полностью смачиваются расплавами KCl и KCl—NaCl. В отличие от смачиваемости на воздухе, в атмосфере газов наблюдается меньшая скорость исчезновения капель, особенно для Nb₂O₅ в CO+CO₂ и для SiO₂ в Cl₂. Расплавы KCl—NaCl и KCl образуют более или менее устойчивые капли на образцах из минералов, особенно в атмосфере хлора (при этом KCl дает меньшие значения Θ , по сравнению с эвтектической смесью KCl—NaCl), CaCl₂ не смачивает таблетку из Al₂O₃ и SiO₂ (продолжительность жизни капли 10 минут), а также корунд и циркон. Хлористым кальцием полностью смачиваются окиси ниобия и циркония и флюорит.

Выводы

1. В атмосфере воздуха окислы и окисные минералы полностью смачиваются расплавами хлоридов. Некоторые различия, найденные в

кинетике смачивания для разных веществ, вряд ли имеют практическое значение для процесса хлорирования.

2. В атмосфере восстановительных газов и хлора наблюдаются существенные различия в смачиваемости различных окислов и минералов одним и тем же расплавом и, наоборот, одного и того же твердого вещества различными хлоридами. Это позволяет сделать заключение, что смачиваемость твердой поверхности (окислов, минералов) расплавленными хлоридами зависит как от состава расплава, так и от природы твердой поверхности.

Академия наук Грузинской ССР
Институт неорганической химии и электрохимии

(Поступило в редакцию 14.7.1966)

ქიმიური ტექნოლოგია

ბ. ლაშხი, ლ. ზვირვინი, ვ. გავრინდაშვილი

ზოგიერთი უანგეულისა და მინერალის გამლღვალე ქლორიდებით
დასველების გამომკვლევა

რ ე ზ ი მ ე

შესწავლილია უანგეულების ZrO_2 , Nb_2O_5 , Al_2O_3 და SiO_2 და მინერალების: ცირკონის, კორუნდის, მიკროკლინის, ფლუორიტის, ბერილის, ტალკისა და გრაფიტის სხვადასხვა აირების ატმოსფეროში გამლღვალე ქლორიდებით (KCl , KCl ,— $NaCl$ და $CaCl_2$) დასველების ხარისხი.

ნაჩვენებია, რომ ჰაერის ატმოსფეროში აღნიშნული უანგეულები და მინერალები მთლიანად სველდებიან გამლღვალე ქლორიდებით (გამონაკლისს წარმოადგენს გრაფიტი $Q=95^\circ$).

აღმდგენელი აირების ($CO+CO_2$) და ქლორის არეში აღინიშნება მნიშვნელოვანი განსხვავება ერთი და იგივე ნიმუშის სხვადასხვა გამლღვალე ქლორიდით, აგრეთვე ერთი და იგივე გამლღვალე ქლორიდით სხვადასხვა ნიმუშების დასველების ხარისხს შორის. ეს საშუალებას იძლევა დავასკვნათ, რომ გამლღვალე ქლორიდებით მყარი ზედაპირის დასველების ხარისხი დამოკიდებულია როგორც გამლღვალე მასის შედგენილობაზე, ასევე მყარი ზედაპირის ბუნებაზე.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. И. Беляев, Е. А. Жемчужина. Поверхностные явления в металлургических процессах. Металлургиздат, 1952.
2. А. И. Беляев. Физико-химические процессы при электролизе алюминия. Металлургиздат, 1957.
3. А. И. Беляев, Е. А. Жемчужина, Л. А. Фирсанова. Физическая химия расплавленных солей. Металлургиздат, 1957.
4. Н. V. Wartenberg. Angew. Chem., 69, 1957, 258.

ა. მასი

ყურძნის წვენის ცილების დაცოფა სეფადექსი და მათი ილენტიფიცირება

(წარმოადგინა აკადემიოსმა ს. ლუმიშიძემ 12.10.1966)

ყურძნის ცილების ქიმიური ბუნება ჯერ კიდევ არაა დადგენილი. ზოგიერთი მკვლევარის [1—3] აზრით, ყურძნის ცილები გლუკოპროტეიდებს უნდა მიეკუთვნონ. ჩვენ მიერ ჩატარებული ელექტროფორეზული ანალიზის შედეგად გამოირკვა, რომ რქაწითლისა და მწვანე ჯიშის ყურძნის ცილების მნიშვნელოვანი ნაწილი გლობულინებს წარმოადგენენ და მათი ელექტროფორეზული ფრაქციები ჰომოგენურია [4].

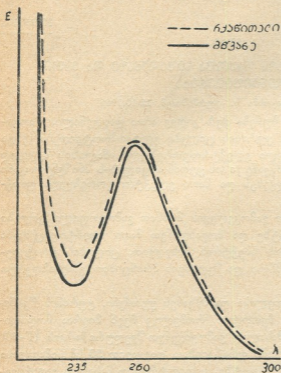
ყურძნის ცილების შემდგომი გამოკვლევის მიზნით გამოყოფილი ცილები ჩვენ დაყავით სეფადექსის სვეტზე და მოვახდინეთ მათი ილენტიფიცირება ულტრაიისფერ ოლქში შთანთქმის სპექტრის მიხედვით. ცილების ფრაქციების ზოგიერთი ქიმიური გარდაქმნისა და შეღებვის პრინციპით განვსაზღვრეთ მათი ქიმიური ბუნება.

საანალიზოდ ავიღეთ რქაწითელისა და მწვანეს ყურძენი. ყურძნის წვენიდან ცილები გამოვყავით კოხის მეთოდით, რომელიც ჩვენ მიერაა მოდიფიცირებული [4]. საფილტრაციო მასალად გამოვიყენეთ შვედური მარკის (Г-50) საშუალო ტიპის სეფადექსი. ცილები ფრაქციებდ დაყავით 50 სმ სიმაღლისა და 2,5 სმ დიამეტრის სეფადექსის სვეტზე. საფილტრაციო მასალის გაჯირკვებასა და საკვლევი ნივთიერების ელუირებას ვახდენდით ვერონალ-მედინალის ბუფერით (pH 8,6 0,6 იონური ძალით). ელუირებულ ფრაქციებს ვაგროვებდით სინჯარებში 10-10 მლ რაოდენობით თითოეულში. ელუატებ^ს ვაფორტომეტრირებდით $C\Phi-4a$ -ით, 1 სმ სიგანის კვარცის კიუვეტებში. ულტრაიისფერ ოლქში შთანთქმის სპექტრების გადაღებისას ფოტომეტრირება ტარდებოდა 5 μ ინტერვალით. ცილას ვსაზღვრავდით ლოურის მეთოდით [5], რიბოზას — მეიბოუმის წესით [6]. ოპტიკური სიმკვრივის სტანდარტული მრუდი შესრულებულ იქნა გასუფთავებული რიბონუკლეინის მყავას პრეპარატებზე. რიბონუკლეინის მყავას ფოსფორის მიხედვით ვსაზღვრავდით სპირინის მეთოდით [7]. ყურძნის წვენში ცილების მდგრადობას ვამოწმებდით კოხის წესით [8]. რიბონუკლეინის მყავას ჰიდროლიზის პროდუქტებს ვსწავლობდით ხორჩისის [9] და ვანიუშინის [10] მიხედვით. გლუკოპროტეიდებს ვსაზღვრავდით იურკოვისა და ლარსკის მეთოდით [11], ფოსფორს — ფისკესა და სუბაროუს წესით [12].

ცდის შედეგები და მათი განხილვა

რქაწითელისა და მწვანეს წვენიდან გამოყოფილი ცილები სეფადექსის სვეტზე გატარებით გაიყო ორ კომპონენტად. რქაწითელის თვითნაღენი წვე-

ნიდან გამოყოფილ იქნა ცილის ერთი კომპონენტი. დაწნეხვით მიღებულ წვე-
 ნებიდან კი — ორ-ორი. მწვანეს თვითნადენი წვენიდან გამოყოფილი ცილა
 ასევე გაიყო ორ კომპონენ-
 ტად.



ნახ. 1. 1 — რქაწითელის თვითნადენი წვენიდან გამოყოფი-
 ლი ცილა, 2 — მწვანეს თვითნადენი წვენიდან გამოყოფილი
 ცილა

როგორც ნახ. 2-ის განხილვიდან ჩანს, 1 და მე-2 მრუდი თითქმის ერთმა-
 ნეთს ემთხვევა, მათი ფორმა გვიჩვენებს, რომ ცილური კომპონენტები იდენ-
 ტურია. მე-3 მრუდი ხასიათდება $\lambda=235$ მუ-ზე მაღალი ექსტინქციით, რაც
 შესაძლებელია გამოწვეული იყოს კომპლექსწარმოშობი მინარევის მაღალი
 შთანთქმით აღნიშნულ ტალღაზე. შთანთქმის მაქსიმუმი $\lambda=260$ მუ-ზე კი
 გვიჩვენებს, რომ ეს ფრაქციაც ისეთივე ქიმიური ბუნებისა უნდა იყოს, რო-
 გორიც არის I და II ფრაქცია.

ნახ. 3-ზე მოცემულია რქაწითელის ყურძნის დაწნეხვის ინტენსივობის
 კიდევ უფრო გადიდებით მიღებული წვენიდან გამოყოფილი ცილების ულტრა-
 იისფერ ოლქში შთანთქმის სპექტრის ამსახველი მრუდები.

როგორც ვხედავთ, რაც უფრო ინტენსიურია ყურძნის დაწნეხვის ხარის-
 ხი, მით უფრო იზრდება ცილის ის ნაწილი, რომლის $\lambda=235$ მუ.

რადგან ულტრაიისფერი შთანთქმის მაქსიმუმი — $\lambda=260$ მუ და მინი-
 მუმი — $\lambda=230$ მუ — უმთავრესად ახასიათებთ ნუკლეინის მჟავებს, მათ ზო-

ნახ. 1-ზე მოცემულია რქა-
 წითელისა და მწვანეს ყურძ-
 ნის წვენიში არსებული ცილუ-
 რი კომპონენტების ულტრაი-
 ისფერ ოლქში შთანთქმის
 სპექტრის ამსახველი მრუდე-
 ბი. სეფადექსის სვეტზე
 დაყოფილი ცილური კომპო-
 ნენტების ულტრაიისფერ
 ოლქში შთანთქმის სპექტრა-
 ლურმა ანალიზმა დაგვანახა,
 რომ შთანთქმის მაქსიმუმი
 მდებარეობს $\lambda=260$ მუ-ზე,
 ხოლო მინიმუმი — $\lambda=230$ —
 235 მუ-ზე. აღნიშნული კა-
 ნონზომიერება სამართლიანია
 რქაწითელისა და მწვანეს
 ყურძნის წვენის ყველა კომ-
 პონენტის ცილებისათვის.

ნახ. 2-ზე მოცემულია
 რქაწითელის ყურძნიდან დაწ-
 ნეხვის ინტენსივობის მომა-
 ტებით მიღებული წვენის ცი-
 ლური კომპონენტების ულტ-
 რაიისფერ ოლქში შთანთქმის
 სპექტრები.

გეირთ მინორულ ფუძეებს, ნუკლეოზიდებსა და ნუკლეოტიდებს, კერძო შემთხვევაში რიბონუკლეინის მჟავას [14], ჩვენ მიერ გამოყოფილი ცილური

კომპონენტების ქიმიური ბუნების დასადგენად მიზანშეწონილად ვცანით გამოგვევლია საკვლევი ცილები, როგორც ნუკლეობროტიციდები.

რქაწითელისა და მწვანეს ყურძნის ცილებში რიბოზისა და ფოსფორის მჟავას კომპონენტების მიხედვით განსაზღვრეთ რიბონუკლეინის მჟავას რაოდენობა. დიფენილამინმა ფერადი რეაქციები არ მოგვცა.

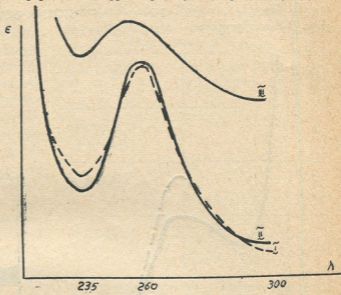
1 ცხრილში მოცემულია რქაწითელისა და მწვანეს ყურძნის ცილებში ფოსფორისა და რიბოზის მიხედვით რიბონუკლეინის მჟავას განსაზღვრის შედეგები. აღმოჩნდა, რომ რიბოზისა და ფოსფორის კომპონენტით განსაზღვრულ რიბონუკლეინის მჟავას რაოდენობებს შორის განსხვავება საკმაოდ დიდია.

როგორც ცნობილია, HCl ერთად, პენტოზების გარდა, ისაზღვრება ზოგიერთი ჰექსოზი და ჰექსოტრონის მჟავები, და რადგან ყველა ცილა შეიცავს ნახშირწყლებს, ამიტომ მეიბოუმიის მეთოდით რიბონუკლეინის მჟავას რაოდენობის განსაზღვრისას, ორცინი ამ შემთხვევაში რიბოზის გარდა საზღვრავს ნახშირწყლების დამატებით წყარებს.

ნუკლეინის მჟავების განსაზღვრამ მათი ჰიდროლიზის პროდუქტების (ფუძეების) მიხედვით, ქალადის ქრომატოგრაფიისა და ელექტროფორეზულმა ანალიზმა ჩვენ მიერ გამოყოფილ პრეპარატებზე შედეგი არ მოგვცა. ამიტომ უხდა ვიფიქროთ, რომ რქაწითელისა და მწვანეს ყურძნის ცილები არ შეიცავენ ნუკლეინის მჟავებს, ე. ი. ისინი ნუკლეობროტიციდები არ არიან.

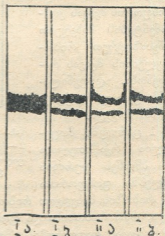
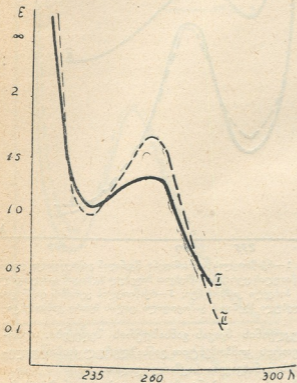
ცნობილია, რომ ცილებისა და პოლისაქარიდების კომპლექსნაერთები ღასიათებიან ულტრაიისფერ ოლქში შთანქმის მაქსიმუმით — $\lambda = 265 \text{ m}\mu$, რაც თავისთავად უახლოვდება ჩვენ მიერ მიღებულ შთანქმის მაქსიმუმს ($\lambda = 260 \text{ m}\mu$).

საკვლევი ცილების ელექტროფორეზული ფრაქციები დავამუშავეთ გლუკოპროტიციდების შედეგის პრინციპით, რაც მდგომარეობს ცილების შემად-



ნახ. 2. 1—რქაწითელის თვითნაღები წვენიდან გამოყოფილი ცილა, 2—რქაწითელის ყურძნის დაწნეხვით მიღებულ წვენიდან გამოყოფილი ცილის პირველი კომპონენტი; 3—რქაწითელის ყურძნის დაწნეხვით მიღებული წვენიდან გამოყოფილი ცილის მეორე კომპონენტი

გენლობაში შემავალი ნახშირწყლების იოდის მკავათა აღდეპიღებამღე დაქან-გვაში; აღდეპიღები კი შიფის რეაქტივთან წარმოშობენ იისფერ-წითელ ქრო-მოგენს. შეღებვის ინტენსივობა პროპორციულია გლუკოპროტიღებში შემა-ვალი ნახშირწყლებისა.



ნახ. 3. 1—რქაწითელის ყურძნის დაწნეხვით მიღებული წვენიდან გამოყოფილი ცილის პირველი კომპონენტი; 2—რქაწითელის ყურძნის დაწნეხვით მიღებული წვენიდან გამოყოფილი ცილის მეორე კომპონენტი

ნახ. 4. 1—მწვანე: ა—ამიღო შვარცი, ბ—კალიუმის პერიოდატი; 2—რქაწითელი: ა—ამიღო შვარცი, ბ—კალიუმის პერიოდატი

ნახ. 4-ზე მოცემულია რქაწითელისა და მწვანე ყურძნის ციღების ელექტროფორეგრამები.

ჩვენ მიერ მიღებული რქაწითელისა და მწვანეს ყურძნის ციღების ელფორეგრამები განიცდიან ზემოთ აღნიშნულ ქიმიურ გარდაქმნებს. დეზოქსირიბოზა, რომელიც, რიბოზუკლეინის მკავისაგან განსხვავებით, კალიუმის პერიოდატითა და შიფის რეაქტივით აღდეპიღებისათვის დამახასიათებელ ფერად იღებება, ჩვენს საკვლევ ობიექტში არ აღმოჩნდა. ამიტომ ზემოთ აღნიშნული ქიმიური გარდაქმნები ძირითადად უნდა მიეწეროს ჩვენი საკვლევე ციღების გლუკოპროტიღედულ ბუნებას. ამავე დროს აღნიშნული ციღური კომპონენტები შეიცავენ: რქაწითელის შემთხვევაში 1,2 მგ% ფოსფორს, ხოლო მწვანეს შემთხვევაში—0,6 მგ% ფოსფორს, რაც შესაძლებლობას გვაძლევს და-

ვასკენათ, რომ რქაწითელისა და მწვანეს ყურძნის ცილები ფოსფორგლუკოპროტეიდებს მიეკუთვნებიან.

მე-2 ცხრილში მოცემულია რქაწითელის ყურძნის განუწყვეტელ მოქმედების წინეზე სხვადასხვა წვენის ინტენსივობით მიღებულ წვენში შემავალი ცილების რაოდენობა. როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, ყველაზე მეტ ცილას შეიცავს წვენის II ფრაქცია. აქვე მოცემულია მწვანეს ჯიშის ყურძნის თვითნაღენ წვენში ცილის რაოდენობა. დაწნეხვის დაბალი ინტენსივობის მიუხედავად, მწვანე ცილას შედარებით დიდი რაოდენობით შეიცავს.

აღსანიშნავია, რომ საანალიზო მასალების ერთნაირ პირობებში (მაცივარი 0—2°C) შენახვის მიუხედავად, ყურძნის დაწნეხვის სხვადასხვა ინტენსივობით მიღებულ წვენში ხსნადი ცილების მდგრადობა არათანაბარი აღმოჩნდა. რქაწითელის თვითნაღენ I და III ფრაქციაში სამი თვის შემდეგ ცილის ნიშნების აღმოჩენა პრაქტიკულად შეუძლებელი შეიქნა, რადგან ეს უკანასკნელი ნალექში გადადის; მაშინ, როდესაც რქაწითელის II ფრაქციისა და მწვანეს თვითნაღენ წვენში ცილის რაოდენობამ უმნიშვნელოდ მოიკლო.

ცხრილი 1

ყურძნის წვენის ცილის პრეპარატებში რიბონუკლეინის მეთვების განსაზღვრის შედეგები

ყურძნის ჯიში	რ. ნ. მ. რიბოზის მიხედვით მმ%	რ. ნ. მ. ფოსფორის მიხედვით მმ%
რქაწითელი I ფრაქცია	33,3	0,35
II ფრაქცია	28,2	0,40
III ფრაქცია	73,0	3,8

ცხრილი 2

ყურძნის დაწნეხვის გავლენა წვენში ცილის შემცველობაზე

ყურძნის ჯიში და წვენის ფრაქცია	ცილა მგ1000 მლ	ცილა უხსნადი კელ-დალით მგ1000 მლ	ჯამი მგ 1000 მლ
რქაწითელი თვითნაღენი	78,0	—	78,0
I ფრაქცია	330,2	42,3	372,5
II ფრაქცია	414,0	88,7	502,7
III ფრაქცია	129,4	40,0	162,4
მწვანე თვითნაღენი	590,0	60,0	650,0

დასკვნები

რქაწითელისა და მწვანეს ყურძნის ცილა სეფადექსის სვეტზე გატარებით იყოფა ერთ ან ორ კომპონენტად. რქაწითელისა და მწვანეს ყურძნის წვეწვანის ცილები თავისი ბუნებით ფოსფორგლუკოპროტეიდებს მიეკუთვნებიან. ყურძნის წვეწვანში ცილის საერთო და ცალკეული კომპონენტის რაოდენობა ყურძნის დაწნევის სიმძლავრეზეა დამოკიდებული. თვითნაღენი წვეწვი შეიცავს ერთ ფრაქციას; დაწნევით მიღებულ წვეწვიში კი ცილების ორი ფრაქციაა. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

მცენარეთა ბიოქიმიის ლაბორატორია

(რედაქციას მოუვიდა 12.10.1966)

БИОХИМИЯ

A. B. МЕСХИ

РАЗДЕЛЕНИЕ БЕЛКОВ ВИНОГРАДА НА КОЛОНКЕ
СЕФАДЕКСА И ИХ ИДЕНТИФИКАЦИЯ

Резюме

Белки винограда сортов Ркацителли и Мцване на колонке сефадекса разделяются на одну или на две фракции. Белки винограда Ркацителли и Мцване по своим химическим данным относятся к фосфогликопротеидам. В виноградном сусле количество как общего белка, так и отдельных белковых компонентов зависит от того, с какой мощностью выжимается виноград. Сусло Самотек вмещает одну фракцию белка, а сусло, полученное в результате выжимки, — две.

დავროფიზიკური ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. J. Koch, H. Schwahn. Zur Kenntnis Eiweißstoffe des Weines Z. für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung, 1, Heft 1, 1958, 20—24.
2. K. Wucherpfennig, I. Frank. Z. Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung, 9. XII, т. 124, 1963, 22.
3. J. Koch, Proteines des vins blancs. Ann. techn. agrom., 12, hors ser. 1, 1963.
4. ა. მეხსი. ყურძნის ცილების ელექტროფორეზული ანალიზი. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, XXX VIII:2, 1965.
5. Н. Н. Пушкина. Биохимические методы исследования. Колориметрическое определение содержания белка по методу Лоури, Медгиз, 1963.
6. Э. Б. Сквирская, О. П. Чепинга. Практикум по нуклеопротеидам и нуклеиновым кислотам. Метод определения РНК по Мейбаум. М., 1964, 82.
7. А. С. Спириин. Биохимия, 23, 1958, 656.
8. J. Koch, E. Sajak. Weinberg und Kell, 8, № 5, 1961, 152—155.
9. R. J. Hotchkiss. Biol. Chem., 1958, 315.
10. Б. Ф. Ванюшин. Определение нуклеотидного состава нуклеиновых кислот. Современные методы биохимии. М., 1964.
11. Ю. А. Юрков, Э. Т. Ларски. К методике определения гликопротеидов для клинико-диагностических целей. Лабораторное дело, 6, 1964.
12. S. Fiske, S. J. Subbarow. Biol. Chem., 1925, 375.
13. K. Paech, M. V. Fracey. Modern methods of plant analysis. Berlin, 1955, 247.

М. Р. КАЗАХАШВИЛИ, Н. В. ГВАЛИЯ

ВЛИЯНИЕ ГЛЮКОЗЫ НА ПРЕВРАЩЕНИЯ АМИНОКИСЛОТ В СРЕЗАХ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС

(Представлено академиком П. А. Кометиани 20. 7. 1966)

В нервной ткани основными источниками аммиака являются система глутамин-глутаминовая кислота, адениловая система и амидные группы белков. Нет единого мнения о том, какому из вышеназванных источников принадлежит ведущая роль. По данным Е. Э. Клейна и др. [1], исключительное значение в обмене аммиака играет сохранность структуры. В зависимости от условий одно и то же соединение может выступать и как источник, и как устранитель аммиака. Изучение этого вопроса привело П. А. Кометиани и др. [2] к заключению, что ведущее значение в процессе обмена аммиака принадлежит адениловой системе. В условиях поддержки на высоком уровне аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) и окислительных процессов продукция аммиака связана с обменом аминокислот. В этих условиях глутамин и белок начинают играть роль устранителей аммиака. Нарушение структуры и распад АТФ влекут за собой увеличение распада глутаминна и амидных групп белков.

В настоящей статье приводятся данные, уточняющие характер участия аминокислот и амидных групп белков в процессах обмена аммиака. Изучалось влияние глюкозы, с одной стороны, на продукцию аммиака из аммиакообразователей и, с другой, на изменение распределения аминокислот и амидного азота белков.

Опыты проводились со срезами головного мозга белых крыс. Животных обезглавливали, быстро извлекали мозг и охлаждали на испарителе рефрижератора в течение 5 минут. Срезы мозга готовили при 0°C на ручном микротоме, изготовленном по Майно и Банкеру. Срезы помещали в сосуды Тунберга и инкубировали в солевой среде, содержащей в конечной концентрации в мМ: NaCl—98; KCl—27; MgSO₄—1,2; Na₂HPO₄—17,5 и KH₂PO₄—4 (pH 7,4) или KH₂PO₄—0,4 (pH 8,2). Конечная концентрация глюкозы — 10 мМ, аспарагиновой и глутаминовой кислот — по 0,007 М. Объем реакционной среды равен 10 мл. После инкубации срезов готовили гомогенат, белки осаждали трихлоруксусной кислотой и определяли: аммиак-изотермической дистилляцией 10% трихлоруксусного экстракта по Брауну и др. в модификации А. И. Силаковой и соавторов [3], глутамин — по содержанию амидного азота после гидролиза, общий аминный азот — в том же экстракте по Розену [4], амидные группы белка — 2-часовым гидролизом и I н. HCl по Д. Л. Фердману и С. Ф. Эпштейну [5]. Для определения свободных аминокислот белки

осаждали добавлением 96% этилового спирта (конечная концентрация алкоголя 75%). Аликвотную часть надосадочной жидкости выпаривали досуха и водный раствор, соответствующий 25 мг ткани, наносили на бумагу. Электрофорез производили ранее описанным способом [6].

Полученные данные и их обсуждение

В первой серии опытов было изучено влияние глюкозы на продукцию аммиака за счет свободных аминокислот, а также амидного азота белков при инкубации срезов в присутствии добавленной аминокислоты.

Опыты были поставлены при рН 7,4 и 8,2. Полученные данные приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Изменение количества азота аммиака, глутамина, свободных амидных групп белков и общего аминного азота под влиянием глюкозы в мг %. Аэробная инкубация срезов в продолжение 2 часов, рН 7,4. Контроль I—до инкубации, контроль II—разность между данными до и после инкубации, опыты—разность между данными инкубации контрольного образца и инкубации с добавлением субстрата.

Условия опыта	Аммиак	Глутамин	Общий аминный азот	Амидные группы белков
Контроль I	7,1	3,9	48,2	70,2
Контроль II	+5,2±0,5 p<0,001	-1,8±0,4 p<0,01	+21,8±2,9 p<0,001	-17,6±3,3 p<0,001
Добавляется глюкоза	-2,2±0,3 p<0,001	+2,5±0,3 p<0,01	-4,1±1,0 p<0,01	+24,9±4,0 p<0,001
Добавляются глюкоза+аспарагиновая кислота	+2,7±0,6 p<0,001	-3,8±0,7 p<0,01		+8,0±1,2 p<0,01
Добавляются глюкоза+глутаминовая кислота	+1,3±0,4 p<0,02	+0,1±0,8 p<0,05		+5,8±2,9 p<0,05

Таблица 2

Изменение содержания азота аммиака, глутамина, общего аминного азота под влиянием глюкозы в мг %. Аэробная инкубация срезов в продолжение 1 часа, рН 8,2.

Условия опыта	Аммиак	Глутамин	Общий аминный азот
Контроль I	8,8	5,7	44,1
Контроль II	+6,2±0,7 p<0,001	-4,3±0,6 p<0,001	+14,2±1,7 p<0,001
Добавляется глюкоза	-1,5±0,4 p<0,05	+2,8±0,5 p<0,001	-6,6±1,7 p<0,01

Из данных табл. 1 видно, что в контрольных опытах при инкубировании срезов мозга, как и следовало ожидать, количество свободного аммиака увеличивается на 5,2 мг%, глютамин же распадается, так как в реакционной среде находится фосфат, который, как известно, активирует фермент глутаминазу. Общее количество свободных аминокислот нарастает, а амидных групп белков уменьшается. Глюкоза способствует новообразованию глутамина за счет уменьшения содержания свободного аммиака. Количество глутамина увеличивается на 2,5 мг%. Новообразование глутамина в срезах головного мозга в присутствии глюкозы и аммиака впервые было обнаружено Кребсом [7]. Как выяснилось в дальнейшем, энергия, необходимая для синтеза, покрывается распадом АТФ. В наших опытах добавление аспарагиновой кислоты вместе с глюкозой увеличивает аммиакообразование. Нужно думать, что в этих условиях происходит ресинтез адениловой кислоты за счет аспарагиновой с последующим ее дезаминированием [2]. Происходит то же, но в меньшей степени при добавлении глутаминовой кислоты. Внесение в реакционную среду вместе с глюкозой аспарагиновой кислоты вызывает уменьшение количества глутамина.

После инкубирования срезов в присутствии глюкозы общее содержание аминокислот уменьшается на 4,1 мг% (табл. 1). Этот факт обусловлен усилением окислительного обмена аминокислот и использованием освободившегося аммиака в синтезе амидных групп белков. Количество последних увеличивается на 24,9 мг%. Добавка аминокислот вместе с глюкозой отрицательно сказывается на приросте амидных групп белков, по сравнению с опытами, в которых добавлялась только глюкоза.

Исследования, проведенные в условиях аэробного инкубирования срезов при pH 8,2, дали картину, аналогичную полученной при pH 7,4 (табл. 2, 3).

Таблица 3

Изменение количественного распределения аминокислот под влиянием глюкозы (мг %) при аэробном инкубировании срезов мозга.

pH 7,4

Условия опыта	Аспарагиновая кислота	Глутаминовая кислота	Гамма-аминомасляная кислота
Контроль I	23,2	77,9	21,7
Контроль II	+9,9±2,3 p<0,01	+7,6±3,0 p<0,05	+11,4±2,7 p<0,01
Добавляется глюкоза	-7,1±2,2 p<0,005	-11,7±9,2 p<0,2	-12,0±4,0 p<0,05

pH 8,2

Контроль I	20,6	84,3	19,4
Контроль II	+8,1±2,1 p<0,01	+15,7±2,6 p<0,005	+7,0±2,0 p<0,01
Добавляется глюкоза	-12,0±3,1 p<0,01	-22,7±4,7 p<0,01	-8,5±1,6 p<0,001

В следующей серии опытов изучалось влияние глюкозы на распределение отдельных аминокислот во время инкубирования срезов (рН 7,4 и 8,2). Выясняется, что в присутствии глюкозы количество всех исследуемых аминокислот сильно уменьшается (табл. 3). Если принять во внимание данные табл. 1, нужно заключить, что аминный азот аминокислот употребляется на синтез глутамина и амидных групп белков.

Из данных табл. 3 можно заключить, что в процессе аэробной инкубации срезов в присутствии глюкозы уменьшение общего содержания аминокислот (указанного ранее — табл. 1) должно быть обусловлено расходом аспарагиновой, глутаминовой и гамма-аминомасляной кислот. Как известно, эти аминокислоты потребляются главным образом в головном мозгу, как энергетический материал.

Данные изменения содержания амидного азота белков, о котором говорилось выше, были получены путем гидролиза белков, осажденных трихлоруксусной кислотой без удаления липидов. П. А. Кометиани и сотрудники [8] показали, что при обработке трихлоруксусного осадка белков липорастворителями устраняется фракция, которая также участвует в аммиакообразовании. В одной из серии опытов (рН 7,4) мы тщательно отмывали осадок от трихлоруксусной кислоты липорастворителями и после этого подвергали его гидролизу. Полученные данные приведены в табл. 4.

Таблица 4

Изменение содержания амидного азота белков после обработки осадка от трихлоруксусной кислоты липорастворителями в мг %. Аэробная инкубация срезов в продолжение 2 часов, рН 7,4.

До инкубации	После инкубации	Инкубация в присутствии глюкозы
73,6	73,5	69,7

Как видно из табл. 4, содержание амидного азота осадка белков, обработанного липорастворителями, в процессе инкубации срезов не изменяется. Надо предположить, что во время обработки осадка белков липорастворителями вымывается фракция, за счет которой происходит уменьшение амидных групп белков (табл. 1). Глюкоза, в отличие от предыдущих опытов, оказала отрицательное влияние на содержание амидного азота в белках. Но это уменьшение не оказалось статистически достоверным ($p > 0,05$). Опыты показали, что фракция белков, отмываемая от осадка трихлоруксусной кислоты липорастворителями, принимает активное участие в обмене аммиака.

В работах, проведенных в нашей лаборатории ранее [9, 10], при аэробном инкубировании препаратов мозга в сосудах Тунберга обнаруживались увеличение количества аспарагиновой и гамма-аминомасляной кислот, а также статистически недостоверное уменьшение глутаминовой кислоты [9]. В дальнейших исследованиях было выяснено, что при инкубировании срезов мозга в сосудах Варбурга в течение 60 минут содержание аспарагиновой кислоты увеличивается, а гамма-аминомасляной и глутаминовой кислот уменьшается. Мы поставили ряд опытов для выяснения этого противоречия и пришли к заключению, что

условия опыта, а именно отношение объема кислорода к количеству инкубируемых срезов, а также соотношение объема реакционной среды и ее поверхности играют важную роль в направлении обмена аминокислот.

Мы изучили динамику изменения распределения аминокислот в процессе аэробного инкубирования срезов в сосудах Варбурга (табл. 5) при разных способах наполнения сосудов кислородом.

Таблица 5

Изменение количественного распределения аминокислот в % от контроля (до инкубации) при инкубировании срезов мозга в сосудах Варбурга при разных способах наполнения и разных сроках инкубирования.
рН 7,4

Контроль (до инкубации)	Инкубирование в мин			
	15	36	60	
Аспарагиновая кислота				
*	100	187,9	202,1	191,1
**	100	—	—	215,2
Гамма-аминомасляная кислота				
*	100	94,6	77,0	76,0
**	100	—	—	48,8
Глутаминовая кислота				
*	100	85,3	85,6	76,0
**	100	—	—	74,6

* Кислород проводился в сосудах обычным способом.

** Кислород проводился после откачивания воздуха.

Из данных табл. 5 выясняется, что лучшее обеспечение реакционной среды кислородом осуществляется там, где производилось его введение после предварительного откачивания воздуха, поэтому в этом случае глутаминовая и гамма-аминомасляная кислоты лучше окисляются. Количество названных аминокислот после 60-минутной инкубации оказалось меньше (76,0→74,6 и 76,0→48,8 соответственно). В опытах, где инкубирование проводилось в сосудах Тунберга, указанное выше условие всегда выполнялось. Но, по-видимому, немаловажную роль играет также отношение объема реакционной среды к ее поверхности. В сосудах Варбурга, где отношение поверхности среды к ее объему больше, чем в сосудах Тунберга (т. е. созданы лучшие условия для аэрации), происходит усиление потребления глутаминовой и гамма-аминомасляной кислот, а накопление аспарагиновой кислоты более выражено. В случае же инкубирования среды в сосудах Тунберга содержание всех свободных аминокислот увеличивается. Увеличение содержания аспарагиновой кислоты во время инкубирования должно происходить за счет окисления глутаминовой кислоты.

Выводы

Было изучено влияние глюкозы на использование аминокислот в обмене аммиака, глутамина и амидного азота белков при аэробной инкубации срезов головного мозга крыс.

Выяснено, что подавление образования аммиака в присутствии глюкозы обусловлено синтезом глутамина и амидных групп белков. Этот процесс сопровождается усилением обмена аминокислот и использованием их азота в синтезе амидных групп белков.

Подтвержден полученный ранее в нашей лаборатории факт: в обмене аммиака активное участие принимает та фракция белков, которая переходит в липорастворители после обработки осадка от трихлоруксусной кислоты.

Предпринята попытка выяснить причины несовпадения данных о количественном распределении аминокислот, полученных в разных условиях аэробной инкубации срезов (инкубация проводилась в сосудах Варбурга и Тунберга). Предполагается, что это расхождение обусловлено разной степенью аэрации инкубируемой среды.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии

(Поступило в редакцию 20.7.1966)

ბიოქიმია

ა. შაჯახაშვილი, ნ. გვალია

გლუკოზას გავლენა ამინომჟავათა გარდაქმნაზე
მიკრობიოლოგიის ტექნიკის ანათომიის

რეზიუმე

შესწავლილია გლუკოზას გავლენა ამინომჟავათა მოხმარებაზე ამონიაკის, გლუტამინისა და ცილის თავისუფალი ამიდური ჯგუფების ცვლაზე ვირთავას თავის ტვინის ანათომიის ინკუბირებისას.

გაირკვა, რომ ამონიაკის პროდუქციის შემცირება გლუკოზას გავლენით განპირობებულია გლუტამინისა და ცილის ამიდური ჯგუფების სინთეზით. ამ პროცესს თან ახლავს ამინომჟავათა ცვლის გაძლიერება და მათი აზოტის გამოყენება ცილის ამიდური ჯგუფების სინთეზში.

მიღებული მონაცემებით ერთხელ კიდევ დასტურდება ჩვენ ლაბორატორიაში მიღებული ფაქტი იმის შესახებ, რომ ამონიაკის წარმოქმნაში აქტიურად მონაწილეობს ცილის ფრაქცია, რომელიც გადადის ორგანულ გამხსნელებში.

თავის ტვინის ანათომიის სხვადასხვა პირობებში (ვარბურგისა და ტუნბერგის სინჯარებში) ინკუბირებისას მიღებული განსხვავება ამინომჟავათა რაოდენობრივ განაწილებაში განპირობებული უნდა იყოს საინკუბაციო არის განსხვავებული აერაციით.

დაბოვებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Е. Э. Клейн, Г. С. Иорданишвили и Н. В. Гვაля. О механизме аммиакообразования в головном мозгу. III Всесоюзная конференция биохимии нервной системы, Ереван, 1963, 193.
2. П. А. Кометиани, Е. Э. Клейн, Г. С. Иорданишвили, И. В. Гვაля и В. Н. Чикваидзе. Пути образования и устранения аммиака в головном мозгу. В сб.: «Вопросы биохимии нервной и мышечной системы», Тбилиси, 1965, 41.
3. А. И. Силакова, Г. П. Труш, А. Являкова. Микрометод определения аммиака и глютамина в тканевых трихлоруксусных экстрактах. Вопросы медицинской химии, 8, 1962, 538.
4. H. Rosen. A modified ninhydrin colorimetric analysis for amino acids. Arch. Biochem. Biophys., 67, 1957, 10.
5. Д. Л. Фердман и С. Ф. Эпштейн. Данные об участии белков мышц в процессах устранения аммиака в организме животных. Украинский биохимический журнал, 25, 1953, 288.
6. М. Р. Казахашвили. Изучение количественного распределения свободных аминокислот и реакции декарбоксилирования аспарагиновой кислоты. Сообщения АН ГССР, 29, 1962, 413.
7. A. Krebs. Metabolism of amino-acids. IV. The synthesis of glutamine from glutamic acid and ammonia, and the enzymic hydrolysis of glutamine in animal tissues. Biochem. J., 29, 1935, 1951.
8. П. А. Кометиани. Связь превращений аминокислот с обменом аммиака в головном мозгу. Украинский биохимический журнал, 37, 1965, 721.
9. Г. С. Иорданишвили. Влияние 2,4-динитрофенола на образование аммиака и количественное распределение свободных аминокислот в препаратах головного мозга. В сб.: «Вопросы биохимии нервной и мышечной системы», Тбилиси, 1965, 93.
10. Е. Э. Клейн. Превращения аминокислот, принимающих участие в ресинтезе адениловой системы в гомогенате головного мозга. Сообщения АН ГССР, XVIII, 1957, 703.

თ. კობახიძე

ტექტონიკური სტრუქტურების როლი თუშეთის კავკასიონის რელიეფის ფორმების ჩამოყალიბებაში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ალ. ჭავჭავაძემ 5.10.1966)

სტატიაში განხილულია კავკასიონის ჩრდილოეთი ფერდის მდინარეების— ზისოს ალაზნის, თუშეთის ალაზნისა და პირიქითა ალაზნის აუზებში ჩვენ მიერ ჩატარებული გეოლოგიური და გეომორფოლოგიური დეტალური კვლევის შედეგად მიღებული ზოგიერთი მასალა; კერძოდ, შესწავლილია თუ რა გავლენა მოახდინა ტექტონიკურმა სტრუქტურებმა თუშეთის კავკასიონის რელიეფის ფორმების ჩამოყალიბებაში. ამ მხრივ აღნიშნული სტატია წარმოადგენს პირველ ცდას გაარკვიოს ამ მხარის რელიეფის ფორმებისა და ტექტონიკურ სტრუქტურებს შორის ურთიერთდამოკიდებულება.

თუშეთი მაღალმთიანი ქვაბულია. მას ჩრდილოეთიდან ეკვრის პირიქითა ანუ თუშეთის ქედი; დასავლეთიდან — მერიდიონალური მიმართულების აწუნთის ქედი; სამხრეთიდან ესაზღვრება კავკასიონის მთავარი წყალგამყოფი ქედი, ხოლო მის აღმოსავლეთ საზღვარს ვევოს ქედი წარმოადგენს, რომელიც შემდეგ მდ. დიდხევს (მდ. ანდის-ყოისუს მარცხენა შენაკადი) მიჰყვება და გრძელდება დიკლოს მთამდე.

თუშეთის კავკასიონი რთული ტექტონიკური ბუნებისაა, და პ. გა მ ყ რ ე ლ ი ძ ი ს [1] ტექტონიკური სქემის მიხედვით, წარმოადგენს კავკასიონის ანტიკლინორიუმის აღმოსავლური დაძირვის ზონას. იგი აგებულია ძლიერ მეტამორფული ლიასური თიხაფიქლებითა და ქვიშაქვებით. ნაოჭები იზოკლინური ხასიათისაა და სამხრეთითაა გადმობრუნებული. გამოწვევის წარმოადგენს მდ. პირიქითა ალაზნის და ამავე სახელწოდების ქედის რაიონი, სადაც ჩვენს მიერ პირველად იქნა დადგენილი ნაოჭების ჩრდილოეთით გადაბრუნება [2, 3]. მსხვილი ნაოჭების უმრავლესობა მეორეხარისხოვანი ნაოჭებითა და რღვევებითაა გართულებული. ხსენებულ ანტიკლინორიუმს ნაოჭების ორმხრივი გადაბრუნების გამო მარაოსებური ტექტონიკური სტრუქტურის სახე აქვს მიღებული. მასში ძირითადი მორფოლოგიური ერთეულები—მორფოსტრუქტურები ხაზობრივადაა განლაგებული და ტექტონიკურ სტრუქტურებთან არის თანხვედრილი. ნაოჭების იზოკლინური ხასიათის გამო ცალკეული სტრუქტურების გამოყოფა გაძნელებულია.

ტექტონიკურ სტრუქტურებსა და რელიეფის ფორმებს შორის დამოკიდებულების გასარკვევად საჭიროდ მიგვაჩნია ცალკეულ განვიხილოთ რაიონში არსებული თითოეული ნაოჭი; განხილვას ვიწყებთ ჩრდილოეთიდან სამხრეთით.

რაიონის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილში მდებარე ტექტონიკურ ერთეულს შუა-გალაენის სინკლინი წარმოადგენს. მისი გავრცელება შემოფარგლულია მდ. ანდის-ყოისუს მარცხენა შენაკადების სათავეებით. სინკლინი აგებულია შუალიასურა, კერძოდ, დომერული ასაკის ფიქლებრივ-ქვიშაქვიანი წყებით. ნაოჭის ფრთები ციცაბოა. რელიეფურად სინკლინი მონოკლინურ ქედს ქმნის, რომლის სამხრეთი ფერდობი უფრო ციცაბოა, ვიდრე ჩრდილოეთი.

რელიეფურად მკვეთრად გამოიყოფა ძველი გალაენის ანტიკლინი, რომელიც მდ. ანდის-ყოისუს ხეობაში ვრცელდება სოფლების — დიკლოს და ჩელოს სამხრეთით; ხსენებული ნაოჭი ბრახ ანტიკლინს წარმოადგენს. იგი აგებულია ქვედალიასური ინტენსიურად დისლოცირებული და ძლიერ მეტამორფული ასპიდური ფილებით. ნაოჭი გადაბრუნებულია ჩრდილოეთით. ანტიკლინის ფრთების დაქანების აზიმუტი 220° -ია, კუთხე $75-80^{\circ}$, ანტიკლინური ქედი კლდოვანი თხემითა და ფრიალო კალთებით მკვეთრად გამოიყოფა რელიეფში. რელიეფის სიმკვეთრე გამოწვეული უნდა იყოს ამ მხარის დიფერენცირებული აზეგებით მეოთხეულ პერიოდში.

აღნიშნულ ანტიკლინურ ნაოჭს სამხრეთით რელიეფურად კარგად გამოხატული განედური მიმართულების მაკრატელას სინკლინი მოსდევს. ნაოჭი გაიდევნება თუშეთის მთელ ტერიტორიაზე. იგი აგებულია დომერული ასაკის თიხაფიქლებით. ამ სინკლინის ჩრდილოეთით ნაოჭები ჩრდილოეთისაკენ არის გადაბრუნებული, სამხრეთით კი — სამხრეთისაკენ.

მაკრატელას სინკლინი ამავე სახელწოდების ქედს ემთხვევა, რომლის ღერძი ქედის თხემის თანხვედრილია. ქედის თხემი ტალღობრივია, ზოგან მოსწორებული ზედაპირებიც შეიმჩნევა; ამ ქედის ფარგლებში კარგადაა გამოხატული რელიეფის ინვერსია, სადაც სინკლინურ ნაოჭს შეესაბამება ქედი, ხოლო ანტიკლინს — ხეობა.

მდ. თუშეთის ალაზნის აუზში შესანიშნავად გამოიყოფა დოქუ-წოვათას ანტიკლინი, რომელიც აგებულია პლინსბახური და დომერული ასაკის თიხაფიქლებით. ანტიკლინი სიმეტრიულია; ვ. პაცს [4] აღნიშნული ანტიკლინი რღვევებით აქვს შემოსაზღვრული და, მისი აზრით, თიხაფიქლების ასაკი ზედალიასურია. ანტიკლინის ღერძი მდ. წოვათისწყლის და მდ. თუშეთის ალაზნის მიმართულებას ემთხვევა; აქაც, როგორც წინა ნაოჭის შემთხვევაში, მკვეთრად გამოხატულ რელიეფის ინვერსიასთან გვაქვს საქმე.

დოქუ-წოვათას ანტიკლინის სამხრეთით გამოიყოფა ბუქურთა-სამვრონის სინკლინი. ეს სტრუქტურა აგებულია შუალიასური, კერძოდ, პლინსბახური ასაკის ფიქლოვანი წყებით; სინკლინი რელიეფურად ქმნის მდ. ლაროვანისწყლისა და მდ. თუშეთის ალაზნის წყალგამყოფ ქედს. ქედის ჩრდილოეთ ფერდობზე კარგად არის შემორჩენილი ვიურმული და თანამედროვე ყინვარების მოქმედების კვალი კარებისა და ტროგების სახით.

აღნიშნული სინკლინის სამხრეთით თუშეთის მთელ ტერიტორიას გაყვება რელიეფში მეტნაკლებად გამოხატული შეცოცება. იგი დასავლეთ თუშეთის ტერიტორიაზე. — მდ. თუშეთის ალაზნის სათავეში ქმნის საფეხურს. ხსენებული რღვევით შუალიასური ფიქლებიანი წყება შეცოცებულია ქვედა- და შუა-

ტოარსულ, ზედატოარსულ და ქვედააღუნურ ნალექებზე; შეცოცების ხაზი წარმოადგენს შუა- და ზედალიასური ნალექების გავრცელების საზღვარს.

შეცოცების სამხრეთით ვრცელდება რელიეფურად კარგად გამოხატული მდ. თუშეთის ალაზნის ანტიკლინი. ანტიკლინი სიმეტრიულია; მისი გული აგებულია ქვედა- და შუატოარსული თიხაფიქლებითა და ქვიშაქვებით, ფრთები კი — ზედატოარსულით. ანტიკლინის ღერძი ემთხვევა მდინარის მიმართულებას.

მდ. თუშეთის ალაზანი ნათლად გამოხატული ანტიკლინური ხეობაა, რომლის ძირზე კარგად არის შემორჩენილი მორენული ნალექები.

თუშეთის ანტიკლინის სამხრეთით, კავკასიონის მთავარი წყალგამყოფი ქედის რაიონში, გამოიყოფა კავკასიური მიმართულების გველის მთის სინკლინი. იგი განვითარებულია კავკასიონის მთავარი ქედის თხემის ზოლში. სინკლინი აგებულია ზედალიასური, კერძოდ, ტოარსული ასაკის თიხაფიქლებითა და ქვიშაქვებით; აქაც რელიეფის ინვერსიასთან გვაქვს საქმე, სადაც თხემური ნაწილი სინკლინური სტრუქტურით არის წარმოდგენილი. თხემის ზონაში ნაოჭების გაღუნვასთან დაკავშირებით წყალგამყოფი ხაზი გადაადგილდა. ზოგჯერ ქედის თხემის გადაადგილება გამოწვეულია მდინარეთა ინტენსიური უკუსვლითი ეროზიის შედეგად.

ზემოაღწერილი მსხვილი ტექტონიკური სტრუქტურების გარდა რაიონში გვხვდება მეორეხარისხოვანი განედური მიმართულების ნაოჭებიც. ვინაიდან მათი გამოძახილი რელიეფურად სუსტად არის არეკლილი მორფოსტრუქტურულ ფორმებში, ამიტომ მათზე აქ არ შევჩერდებით და განვიხილავთ მდ. პირიქითა ალაზნის აუზში განვითარებულ იზოკლინურ ნაოჭებს.

მდ. პირიქითა ალაზნის აუზში და ამავე სახელწოდების ქედის რაიონში ნაოჭები იზოკლინურია და ჩრდილოეთითაა გადაბრუნებული. მდ. პირიქითა ალაზანი მონოკლინური ხეობითაა წარმოდგენილი, ხოლო პირიქითა ქედი მონოკლინური პორსტისმაგვარი ამალღებით; პირიქითა ქედის თხემი კლდოვანია, ფერდობები კი — ქარაფოვანი. ეს ქედი თავისი გაშიშვლებით მკვეთრად გამოიყოფა რელიეფში; მის ორივე ფერდობზე კარგად არის შემორჩენილი ვიურმული და თანამედროვე გაყინვარების კვალი კარების, ცირკების, ტროგებისა და შორენების სახით.

ზემოაღნიშნულიდან აშკარაა, რომ ძირითადი მორფოლოგიური ერთეულების გავრცელება ემთხვევა ტექტონიკური სტრუქტურების გავრცელებას და თან შეიმჩნევა კარგად გამოხატული რელიეფის ინვერსია. თითქმის ყველგან, მცირე გამონაკლისის გარდა, ქედებს შეესაბამება სინკლინური სტრუქტურები, ხეობებს კი — ანტიკლინური. ამიტომ თუშეთის კავკასიონი მორფოლოგიურად ეროზიულ-ინვერსიული და ტექტონიკური რელიეფის იერს ატარებს.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, თუშეთის ტერიტორია აღმოსავლეთ დაძირვის ზონაშია მოქცეული, რომელიც ლიასური ზრის განმავლობაში გეოსინკლინური ბუნებით ხასიათდებოდა; ამ დროს ხდებოდა მძლავრი ერთგვაროვანი თიხაფიქლებისა და ქვიშაქვების დალექვა. ზედალიასურში დაღმავალი მოძრაობის ოდნავ შესუსტება და აღმავალი მოძრაობის დაწყება დონეცური ოროგენეტიული ფაზით უნდა იყოს გამოწვეული. ვ. კ ა ხ ა ძ ე [5] დონეცურ ოროგენე-

ტულ ფაზას უკავშირებს აუზის გათხელებასა და ქვიშაქვიანი ფაცივის დაღეჯვა. საერთოდ, გეოსინკლინის დაღმავალი მოძრაობა წყდება ბაიოსურის ბოლოს და ბათურის დასაწყისში. ამ პერიოდის დაღმავალი მოძრაობა ბათური ოროგენეტული ფაზითაა გამოწვეული. სწორედ ამ ფაზასთან უნდა იყოს დაკავშირებული ისეთი ძირითადი მორფოსტრუქტურების ჩასახვა, როგორცაა: პირიქითა ანუ თუშეთის ქედი (ნ. ფ. ლ. ი. მ. ო. ვ. ი. ს. აბიხის ქედი [6]), კავკასიონის მთავარი ქედი და ამ ქედებს შორის მოქცეული ძალაღმთიანი თუშეთის ქვაბული. თუშეთის ქვაბული, როგორც მთიანი რელიეფი, ჩამოყალიბდა მესამეულ დროში. საავურ-შტირიულმა ოროგენეტულმა ფაზებმა გამოიწვიეს თუშეთის კავკასიონის საბოლოო ჩამოყალიბება, რასაც მოჰყვა დანაოჭებული სუბსტრატის დენუდაცია.

სარმატულის ბოლოდან თუშეთის კავკასიონი წარმოადგენს უკვე მალა ამომზიურებულ მთიან რელიეფს, რომლის ძირითადი მორფოსტრუქტურები ახლოსაა თანამედროვე მორფოსტრუქტურებთან. სარმატულის შემდეგ იწყება ინტენსიური ეროზიულ-დენუდაციური პროცესები, რომლებმაც გამოიწვია რელიეფის ინვერსია. მაგალითისათვის შეიძლება აღვნიშნოთ მდ. თუშეთის ალაზნის ანტიკლინური ხეობა. ანტიკლინურმა სტრუქტურებმა უფრო მეტად განიცადეს ეროზია, რაც რელიეფში უარყოფითი ფორმების სახით გამოვლინდა; სინკლინურმა სტრუქტურებმა კი, როგორცაა მაკრატელა და კავკასიონის მთავარი წყალგამყოფი ქედები, ნაკლებად განიცადეს ეროზია, რაც რელიეფში დადებითი ფორმებითაა წარმოდგენილი. შემდგომში დაღმავალი მოძრაობა კვლავ ინტენსიური ხდება. როდანულ და ვალახურ ოროგენეტულ ფაზებთან დაკავშირებულმა დიფერენციულმა აზვევებმა გამოიწვიეს ამ მხარის რელიეფის ჰიფსომეტრიულად უთანაბრო განაწილება.

შტირიულ ფაზასთან უნდა იყოს დაკავშირებული ძირითადი მდინარეების — პირიქითა ალაზნის, თუშეთის ალაზნისა და ხისოს ალაზნის ჩასახვა.

თუშეთის კავკასიონის თანამედროვე რელიეფის სახით ჩამოყალიბებაში განსაკუთრებული როლი მეოთხეულის ტექტონიკურმა მოძრაობებმა შეასრულეს. ამ მოძრაობებს დიფერენციული ხასიათი აქვთ. მის შედეგად მოხდა ანტიცენტრალური და კანონისმაგვარი უბნების წარმოშობა ომალოს, შენაქოსა და კოკლათას მიდამოებში.

თუშეთის კავკასიონის აზვევა ახლაც გრძელდება, რაც მდინარეების — პირიქითა ალაზნის, თუშეთის ალაზნისა და ხისოს ალაზნის შენაკადების ქვემო წელში სართულბერივი ჩანჩქერების არსებობით დასტურდება.

თუშეთის რელიეფის ერთ-ერთ მთავარ დამახასიათებელ ნიშნად ეროზიისადმი ნაკლებად გამძლე ლიასური თიხაფიქლები და ქვიშაქვები ითვლება, რომელიც ადვილად იფიტება, იშლება და მძლავრ პროლუვიურ-დელუვიურ შლეიფებს წარმოშობს, ხოლო მდინარე პირიქითა ალაზნის მარცხენა შენაკადების — ლაროვანისწყლის და ქვახიდისწყლის სათავეებში კი — მორენულ გროვებს. ეგზოგენური პროცესებიდან ინტენსიურია მდინარის გვერდითი და სიღრმითი ეროზია.

ამრიგად, თუშეთის კავკასიონის რელიეფზე გეოლოგიურ-გეომორფოლოგიურმა დაკვირვებებმა მიგვიყვანა იმ დასკვნამდე, რომ თუშეთის მაღალმთიანი ეროზიულ-ინვერსიული და ტექტონიკური რელიეფის ფორმირებაში მთავარი როლი შეასრულეს მიობლიოცენტრმა და მეოთხელმა ტექტონიკურმა მოძრაობებმა, და რომ თუშეთის კავკასიონის რელიეფი ეროზიულ-ტექტონიკური წარმოშობის მაღალმთიან ქვაბულს წარმოადგენს.

საქართველოს სსრ გეოლოგიური სამმართველო

(რედაქციას მოუვიდა 5.10.1966)

ГЕОГРАФИЯ

Т. В. КОПАДЗЕ

РОЛЬ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУР В ФОРМИРОВАНИИ РЕЛЬЕФА ТУШЕТСКОГО КАВКАСИОНИ

Резюме

В данной работе нами сделана попытка выяснения связи рельефа Тушетии с тектоническими структурами в ходе их формирования.

По нашему мнению, в пределах Тушетии четко выделяются основные крупные морфологические единицы морфоструктуры: Прикикельский хребет, хребет Макратела, антиклинальное ущелье р. Тушетис-Алазани и синклинальный хребет Кавкасиони, представляющие собой изоклинально-горстовое поднятие.

Основные морфологические единицы морфоструктуры совпадают с распространением тектонических структур и имеют обратное соотношение. Для тектонических структур характерны линейная складчатость и совпадение с ними морфологических форм, четко выраженное инверсией рельефа. Хребтам везде соответствуют синклинальные структуры, а ущельям — антиклинальные. Происхождение тектонических структур связано с батской и савско-штирийской орогенетическими фазами, а генезис Тушетской межгорной котловины — с более поздними — роданской и валахской — фазами.

В формировании рельефа Тушетского Кавкасиони существенную роль сыграли также новейшие тектонические движения.

Тушетский Кавкасиони имеет высокогорный эрозионно-инверсионный рельеф эрозионно-тектонического генезиса.

დავითიშვილი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. П. Д. Гамкрелидзе. Тектоника. Геология СССР, т. X, ГССР, ч. 1. Изд. «Недра», М., 1964.
2. П. И. Авалишвили, Т. В. Копадзе и др. Геологическое описание Центральной и Восточной Тушетии и бассейнов рр. Сабакунис-хеви и Накодеби. Фонды Управления геологии (отчет по работам 1960—1961 гг.).
3. П. И. Авалишвили, Т. В. Копадзе и др. Геологическое описание западной части Тушетии по бассейнам рр. Тушетис-Алазани и Ларованис-цхали и верх. рр. Алазани и Самкурис-цхали. Фонды Управления геологии (отчет по работам 1962 г.).



4. В. М. Пац. Геологический очерк Восточной части горной Тушетии и левобережья Алазани между рр. Стори и Дуруджи. Фонды Сев.Кав. геол. упр., 1940.
5. И. Р. Кахадзе. Грузия в юрское время. Изд. АН ГССР, Тбилиси, 1947.
6. Н. Д. Филимонов. Геологический очерк бассейна р. Андийское Койсу в Дагестане. Отчет о работах Андийской геол. партии 1932—1936 гг. (Фонды Сев.-Кав. геол. упр.).

З. А. КОКРАШВИЛИ

ДИАБАЗЫ В КАРБОНАТНЫХ ФЛИШЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ НИЖНЕЙ СВАНЕТИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Л. Цагарели 23.9.1966)

В верхнеюрских и нижнемеловых карбонатных флишевых отложениях Южного склона Большого Кавказа в пределах Нижней Сванетии нами впервые были обнаружены диабазовые породы.

Как известно, вдоль Южного склона Большого Кавказа диабазовые породы широко распространены. Они в основном связаны со сланцевой серией нижней и средней юры и с породами кристаллического ядра. Благодаря широкому распространению, они привлекли внимание ряда исследователей, среди которых нужно отметить Ф. Ю. Левинсон-Лессинга, Д. С. Белянкина, Л. А. Варданянца, К. И. Чичинадзе, Н. Ф. Татришвили, Г. С. Дзоценидзе, Г. М. Заридзе и др.

Учитывая форму залегания и минералогический состав диабазовых пород Архотского перевала, Д. С. Белянкин [1] делит их на две формации — колотанскую, характеризующуюся кислым плагиоклазом и свежим пироксеном, и ассинскую, с плагиоклазом лабрадорového ряда и уралитовой роговой обманкой. Н. Ф. Татришвили [2], изучая диабазы Верхней Рачи, выделяет альбитовые, уралитовые и порфиридные разновидности, связывая их с байосской магматической деятельностью. Автор отмечает, что порфиридные диабазы ввиду их свежести, возможно, являются более молодыми образованиями, чем диабазы первых двух групп.

На основании детального изучения байосской вулканогенной свиты Грузии и диабазовых пород Южного склона Г. С. Дзоценидзе [3] относит колотанскую формацию к спилитам и определяет ее возраст как байосский. Диабазы ассинской группы он считает эквивалентными лабрадоровым порфиритам байосской вулканогенной толщи и относит их к последним фазам среднеюрского вулканизма.

В настоящее время такого мнения придерживается большинство исследователей.

И. А. Маркозия впервые отметил три маломощные дайки диабазовых пород в верхнеюрско-нижнемеловых флишевых отложениях Верхней Рачи (в ущелье р. Шейсури, правого притока р. Риони). Эти дайки залегают в свите Геске нижнемелового терригенного флиша и определяются как диабаз-порфириты. По его же данным, их возраст должен быть нижнемеловым или более молодым.

Диабазы р. Шейсури изучали также Б. А. Гоишвили и Г. Г. Бибилури [4], по данным которых эти диабаз-порфириты ассин-

З. А. КОКРАШВИЛИ

ДИАБАЗЫ В КАРБОНАТНЫХ ФЛИШЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ НИЖНЕЙ СВАНЕТИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Л. Цагарели 23.9.1966)

В верхнеюрских и нижнемеловых карбонатных флишевых отложениях Южного склона Большого Кавказа в пределах Нижней Сванетии нами впервые были обнаружены диабазовые породы.

Как известно, вдоль Южного склона Большого Кавказа диабазовые породы широко распространены. Они в основном связаны со сланцевой серией нижней и средней юры и с породами кристаллической ядра. Благодаря широкому распространению, они привлекли внимание ряда исследователей, среди которых нужно отметить Ф. Ю. Левинсон-Лессинга, Д. С. Белянкина, Л. А. Варданянца, К. И. Чичинадзе, Н. Ф. Татришвили, Г. С. Дзоценидзе, Г. М. Заридзе и др.

Учитывая форму залегания и минералогический состав диабазовых пород Архотского перевала, Д. С. Белянкин [1] делит их на две формации — колотанскую, характеризующуюся кислым плагиоклазом и свежим пироксеном, и ассинскую, с плагиоклазом лабрадорного ряда и уралитовой роговой обманкой. Н. Ф. Татришвили [2], изучая диабазы Верхней Рачи, выделяет альбитовые, уралитовые и порфириновые разновидности, связывая их с байосской магматической деятельностью. Автор отмечает, что порфириновые диабазы ввиду их свежести, возможно, являются более молодыми образованиями, чем диабазы первых двух групп.

На основании детального изучения байосской вулканогенной свиты Грузии и диабазовых пород Южного склона Г. С. Дзоценидзе [3] относит колотанскую формацию к спилитам и определяет ее возраст как байосский. Диабазы ассинской группы он считает эквивалентными лабрадоровым порфиритам байосской вулканогенной толщи и относит их к последним фазам среднеюрского вулканизма.

В настоящее время такого мнения придерживается большинство исследователей.

И. А. Маркозия впервые отметил три маломощные дайки диабазовых пород в верхнеюрско-нижнемеловых флишевых отложениях Верхней Рачи (в ущелье р. Шейсури, правого притока р. Риони). Эти дайки залегают в свите Геске нижнемелового терригенного флиша и определяются как диабаз-порфириты. По его же данным, их возраст должен быть нижнемеловым или более молодым.

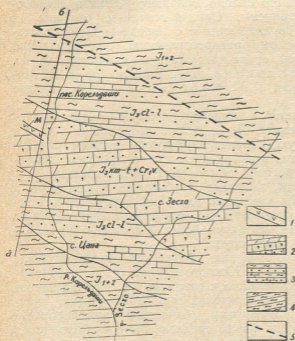
Диабазы р. Шейсури изучали также Б. А. Гоишвили и Г. Г. Бибилури [4], по данным которых эти диабаз-порфириты ассин-

ского типа и, следовательно, верхняя возрастная граница этой фации должна быть поднята до нижнего мела.

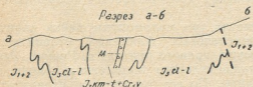
В результате исследования диабазовых пород Верхней Рачи М. А. Беридзе [5] высказал предположение, что, кроме диабаз-порфиров р. Шейсури, часть диабазовых пород, приуроченных к нижне- и среднеюрским отложениям, моложе байоса.

По нашим данным, диабазы р. Шейсури расположены в переходной между карбонатным и терригенным флишем свите аргиллитов и рассланцованных известняков, которая по стратиграфическому положению условно датируется нижним готеривом [6]. Поэтому естественно считать эти диабаз-порфиры образованиями моложе нижнего готерива. Быть может, они связаны альб-сеноманской магматической деятельностью [3].

В Нижней Сванетии, в ущелье р. Корельдаши (правый приток р. Зесхо, которая, в свою очередь, является правым притоком р. Цхенискали), широко распространены отложения верхнеюрско-нижне-мелового карбонатного флиша.



Схематическая геологическая карта ущелья р. Корельдаши: 1 — диабазы; 2 — кимеридж-валанжин, песчанистые органогенные известняки и мергели; 3 — келловей-лузитан, карбонатные песчаники и сланцы; 4 — нижняя и средняя юра, глинистые сланцы; 5 — линия разлома



Исследования, проведенные нами в 1963 г. в пределах Нижней Сванетии, дали возможность составить следующий суммарный разрез

флишевых отложений по ущелью р. Корельдаши с севера на юг (см. схему). В истоках реки, севернее пос. Корельдаши, сильно дислоцированные отложения аспидной серии ниже- и среднеюрского возраста, представленные чередованием некарбонатных глинистых сланцев черного цвета и тонкослоистых некарбонатных сероватых песчаников, тектонически соприкасаются со свитой тонко- и среднеслоистых карбонатных сероватых песчаников и карбонатных глинистых сланцев черного цвета. Свита сильно дислоцирована и распространена также южнее пос. Корельдаши. Мощность ее колеблется в пределах 350—450 м.

В восходящем разрезе (вниз по ущелью) за отмеченной свитой следует свита, представленная чередованием тонко- и среднеслоистых органогенных песчаных, сланцеватых известняков темно-серого цвета и черноватых рассланцованных мергелей. Эта свита слагает ядро сложной синклинали, мощность свиты достигает 450—500 м.

Южнее свиту подстилают схожие с вышеописанной и синхронные отложения, которые распространены до сел. Цана и постепенно переходят в свиту некарбонатных глинистых сланцев черного цвета и тонкослоистых некарбонатных песчаников. Последняя свита по своему стратиграфическому положению условно датируется средней юрой.

Таким образом, верхнеюрско-нижнемеловые карбонатные флишевые отложения по литологическому признаку делятся на две свиты: верхняя — свита песчаных органогенных, сланцеватых известняков и мергелей и нижняя — свита карбонатных песчаников и глинистых сланцев.

Возраст верхней свиты по параллелизации с фаунистически охарактеризованными свитами [6, 7] северного и южного крыльев синклинали в пределах Верхней Рачи, а также с датированной по фауне свитой в пределах Верхней Сванетии (ущелье р. Накра) условно определяем как кимеридж-титонский, хотя, возможно, верхняя часть этой свиты содержит самые нижние элементы нижнего мела (валанжин).

Возраст нижней свиты, которая согласно переходит в подстилающие датированные условно средней юрой отложения, по своему стратиграфическому положению может быть определен как келловей-лужитанский.

Как уже было отмечено, свита довольно дислоцирована и образует большую сложную синклинали, ось которой проходит южнее пос. Корельдаши.

Здесь же вдоль правого склона ущелья, в обнажениях верхней свиты (см. схему), представленной чередованием среднеслоистых, песчаных органогенных, сланцеватых известняков и мергелей, видна асимметричная, наклоненная к северу антиклинальная складка. В опрокинутом северном крыле антиклинали (азимут падения 200° , $\angle 75-80^\circ$) видны две пластовые жилы диабазовых пород (образец 177) мощностью 20—35 см. Порода тонкозернистая и плотная, на свежем изломе зеленовато-серая; выветрелая часть имеет цвет ржавчины.

Южнее, вдоль склона, в верховьях сухой балки, которая доходит до карнизов, в осыпи найдены обломки диабазовых пород (образец 194), похожих на вышеупомянутые. Коренные выходы этих диабазов здесь не были найдены.



Микроскопическое изучение этих пород произведено при консультации проф. Н. Ф. Татришвили, за что мы ей приносим глубокую благодарность.

Диабаз (образец 177) представляет собой темно-серую, с зеленоватым оттенком, тонкозернистую плотную породу. Она сильно изменена, кальцитизирована и хлоритизирована. Структура офитовая, нарушенная вторичными процессами. Минеральный состав: плагиоклаз, хлорит, кальцит. Аксессуары — апатит в виде тончайших иголок и рудный минерал, преимущественно магнетит и пирит. Плагиоклаз ($n < n$ канадского бальзама; $Ng-7^\circ$; $Nin-83^\circ$; $Np-89^\circ$; $P \perp (010)$; An_{25} , sb) идиоморфен, образует длиннопризматические кристаллы, преимущественно серицитизирован, местами слегка помутнен, кальцитизирован и сосюритизирован. Цветной минерал породы полностью хлоритизирован и кальцитизирован. Хлорит и кальцит чаще располагаются между идиоморфными кристаллами плагиоклаза. Местами хлорит образует вытянутые призматические кристаллы, по-видимому, представляющие собой псевдоморфозы по плагиоклазу. Кальцит замещает и пропитывает отдельные минералы породы.

Порфириовидный диабаз (образец 194) является серой мелкозернистой породой. Он сильно изменен, хлоритизирован и кальцитизирован. Структура ясно выраженная офитовая, но некоторые крупные кристаллы плагиоклаза придают ему порфириовидный облик. Минеральный состав: плагиоклаз, хлорит, кальцит, кварц в незначительном количестве, биотит. Аксессуары — апатит и рудный минерал. Плагиоклаз (n плаг. $< n$ канадского бальзама; $Ng-73^\circ$, $Nm-33^\circ$, $Np-62^\circ$; $V [001]$, An_{35}) идиоморфный, призматический. Некоторые его кристаллы выделяются своим большим размером. Последние в той или иной степени сильно серицитизированные и кальцитизированные, изредка преницитизированные. Цветной минерал здесь также полностью хлоритизирован и кальцитизирован. Кое-где встречаются несколько деформированные восьмигранники — псевдоморфозы хлорита по пироксену. Хлорит слегка зеленоватый, обычно неплеохрозирующий с очень низким лучепреломлением. Почти всегда пластинки хлорита переполнены рудным минералом. Изредка близ хлорита или внутри него встречаются плеохролирующие коричневые пятны и чешуйки биотита. Иногда эти чешуйки переполнены сагенимом. Кварц содержится в малом количестве, образует отдельные зерна, реже небольшие скопления в интерстициях плагиоклаза. Размер его зерен не превышает 0,2 мм. Большая часть рудного минерала образует палочкообразные кристаллы, относящиеся, видимо, к ильмениту, замещенному лейкоксеном и лимонитом. Изредка наблюдается также пирит. Апатит образует длинные, тонкие призматические кристаллы.

№ обр.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	П.п.п	Влага	Сумма
177	48,48	0,76	17,27	2,17	4,41	0,12	5,32	6,88	4,46	0,98	1,18	0,74	6,52	0,52	99,81
194	47,24	1,14	16,22	2,67	6,55	0,10	3,45	6,75	4,45	0,98	1,40	1,02	7,60	0,40	99,98

По данным приведенного химического анализа, изучаемые нами породы (аналитик К. Ш. Мтиулишвили) отвечают нормальным

диабазам. Повышенное содержание Na_2O и CaO в анализах вызвано наблюдаемыми в породах процессами альбитизации и кальцитизации.

Диабазы и порфиroidные диабазы ущелья р. Корельдаши (Нижняя Сванетия) встречаются в виде пластовых жил в верхней свите карбонатного флиша (кимеридж-валанжин).

Принимая во внимание фактический материал и то обстоятельство, что по Южному склону Большого Кавказа вулканическая активность проявляется в меловых геосинклиналях и в альб-сеномане [3], мы полагаем, что охарактеризованные нами диабазы представляют собой субвулканические отголоски этого извержения.

Вместе с тем, немногочисленные данные по диабазам рр. Шейсури и Корельдаши не позволяют пока с определенностью говорить об их петрографическом типе и сходстве с какой-либо известной, например ассинской диабазовой формацией [4], байосский возраст которой твердо установлен.

Академия наук Грузинской ССР
Геологический институт

(Поступило в редакцию 23.9.1966)

გეოლოგია

ზ. კობახიძე

ლიბაზები ქვემო სვანეთის კარბონატულ ფლიშურ ნალექებში

რეზიუმე

1963 წ. ქვემო სვანეთის ფარგლებში ჩატარებული გამოკვლევების შედეგად, მდ. ყორელდაშის ხეობაში ზედაიურულ-ქვედაცარცული კარბონატული ფლიშური ნალექები, ზემო რაპის ფაუნის შემცველ წყებებთან სინქრონიზაციით [6—7] ჩვენ მიერ დანაწილდა ორ წყებად; ქვედა—კარბონატული ქვიშაქვებისა და თიხაფიქლების (კალოვიურ-ლუზიტანი) და ზედა—ქვიშიანი, ორგანოგენული, დაფიქლებული კირქვების და მერველების (კიმერიჯ-ვალანჯინი). ამ უკანასკნელ წყებაში პირველად იქნა შემჩნეული ლიბაზის ორი შრეძარღვი და პორფირისებური ლიბაზის ნაყარი.

კავკასიონის სამხრეთი ფერდის გასწვრივ ცარცულ გეოსინკლინებში პორფირიტული მაგმის ვულკანური ამოფრქვევის პროდუქტები აღინიშნება ალბ-სენომანურ ნალექებში [3]. აქედან გამომდინარე, ბუნებრივად მიგვაჩნია, რომ ჩვენ მიერ აღწერილი ლიბაზური ქანები ალბ-სენომანურ სუბვულკანურ წარმონაქმნებად ჩავთვალოთ.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Д. С. Белянкин. К петрографии Архотского тоннеля. В сб.: «Геологические исследования в области перевальной железной дороги через Кавказский хребет», 1914.
2. Н. Ф. Татришвили. Диабазы Верхней Рачи. Труды Тбилисского гос. ун-та, т. 13, 1940.
3. Г. С. Дзоценидзе. Донеогеновый вулканизм, Геология СССР, ГССР, т. X, М., 1964.

4. Б. А. Гоишвили, Г. Г. Бибилури. Диабазы Верхней Рачи. КИМС, геол. сб., № 2, 1962.
5. М. А. Беридзе. Литология ниже- и среднеюрских отложений Верхней Рачи и связанные с ними диабазовые породы. Автореферат, Тбилиси, 1966.
6. З. А. Кокрашвили. Новые данные о стратиграфии и истории геологического развития флишевых отложений Верхней Рачи. Сообщения АН ГССР, XLI-3, 1966.
7. З. А. Кокрашвили, Р. А. Гамбашидзе. Участок Уцера — Шови. Путеводитель экскурсии Международного коллоквиума по тектонике Альпийской складчатой области Европы и Малой Азии. Геол. ин-т АН ГССР, 1965.



ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

Л. В. МУСХЕЛИШВИЛИ

О НЕКОТОРЫХ САРМАТСКИХ НАССИДАХ МЕГРЕЛИИ

(Представлено академиком Л. Ш. Давиташвили 29.6.1966)

Основываясь на том, что сарматские формы семейства *Nassidae* представляют собой ветвь, сильно отклонившуюся от среднемиоценовых дорсанумоподобных нассид, В. П. Колесников выделил их из рода *Dorsanum*. При этом большинство форм он отнес к ранее установленному Б. П. Жижченко роду *Duplicata* [1], а часть — к роду *Akburunella* Koles.

Однако в новейших сводках, посвященных третичным брюхоногим, *Duplicata* и *Akburunella* низведены в подроды рода *Dorsanum*. Включение этих сарматских форм в род *Dorsanum* нашло полную поддержку у В. Х. Рожки [2], по мнению которого выделение их в самостоятельные роды морфологически не обосновано.

Нам кажется, И. А. Коробков и В. Х. Рожка не уделяют должного внимания палеобиологической истории сарматских нассид, без чего невозможно разобраться в их систематике. Как показал В. П. Колесников [3], в числе проникших в конкский бассейн брюхоногих было всего три вида нассид: *Nassa obliqua* Hilb., *N. dujardini* Desh., *N. nodosocostata* Hilb. Первый из них к началу сарматского века вымер. Второй в процесс расселения достиг, по данным В. П. Колесникова [3], Предкавказья, но, не получив широкого распространения в прибрежно-мелководной зоне, в раннесарматское время дал начало сильно измельчавшей форме *N. leiococoncha* Andrus., которая заселила более глубокие зоны моря. Там этот вид просуществовал в течение всего раннего сармата и только в среднем сармате получил возможность вновь расселиться в зоне криптоактровых илов, но, по-видимому, не дожил до середины среднего сармата. Наконец, третий вид — *N. nodosocostata* Hilb. стал быстро изменяться и приспосабливаться к новым условиям существования. Еще в конкское время он дал начало своеобразному новому роду *Duplicata*, представители которого достигли в сармате исключительно широкого распространения [3].

Отнесение упомянутых групп сарматских нассид к роду *Dorsanum* носит явно искусственный характер. Мы считаем целесообразным выде-

лить эти сарматские формы в особое подсемейство *Duplicatinae subfam. nov.* семейства *Nassidae*. Что же касается некоторого сходства в морфологии раковин *Dorsanum* и *Duplicata*, то, по нашему мнению, оно и здесь, как и во множестве подобных случаев, объясняется гомеоморфным развитием.

В пользу систематической обособленности дупликат (*Duplicatinae*), помимо особенностей, указанных в приводимой ниже характеристике этого подсемейства, в некоторой мере говорит также отсутствие дорсанумов в современном Средиземноморском бассейне. Это дает нам основание предполагать, что настоящих дорсанумов не было в Средиземноморском бассейне вообще и что относимые к ним виды из бурдигала Франции и астия Пьемонта [4] являются, скорее всего, представителями каких-то других, конвергентных с *Dorsanum* ископаемых форм *Nassidae*. Следовательно, сарматские дупликаты, вероятно, не имели непосредственной филогенетической связи с дорсанумами.

Семейство *Nassidae*

Подсемейство *Duplicatinae subfam. nov.*

Диагноз. Раковина небольшой или средней величины, конусовидно-веретенообразной, иногда башенковидной формы, с относительно высоким завитком и умеренно выпуклым последним оборотом. Устье овальное, со слабо развитым парietальным желобком и явственным сифональным вырезом. Наружная губа более или менее дугообразно изогнутая, с гладкой внутренней поверхностью. Отворот внутренней губы гладкий, тонкий или слабо утолщенный, в редких случаях слегка отстающий в парietальной части. Наружная поверхность в большинстве случаев несет пришовные ряды бугорков и поперечные ребра, часто ступенькующиеся к основанию раковины; реже покрыта спиральными ребрами (иногда бугровидного строения) и лишь у трех видов полностью лишена скульптуры.

Родовой состав. Два рода *Duplicata* Zhizhenko (in Koles.) и *Akburunella* Koles.

Сравнение. Представители нового подсемейства сходны с родом *Dorsanum*, от которого отличаются более крупным и выпуклым последним оборотом раковины, более изменчивой формой (преимущественно менее стройной и менее веретенообразной), менее утолщенной внутренней губой, а также некоторым своеобразием скульптуры (развитие, наряду со спиральными рядами бугров и бороздок, радиальных ребер). От всех прочих нассид их отличает строение устья и прежде всего отсутствие скульптуры на внутренней поверхности его края.

Род *Duplicata* Zhizhenko (in Koles.)

Тип рода — *Duplicata duplicata* (Sow.)

Диагноз. Форма раковины от конусовидно-веретенообразной до яйцевидной. Устье сравнительно широкое. Parietalный желобок сла-

бо выражен. Скульптура наружной поверхности представлена главным образом пришовными бугорками и поперечными ребрами, выраженными более отчетливо на предпоследнем и последнем оборотах.

Видовой состав. Известно два вида из конки Северного Кавказа и около 25 видов из нижнего и среднего сармата Молдавии, Южной Украины, Кавказа и других областей.

Сравнение. От близкого к нему рода *Akburunella* Koles. отличается менее стройной и лишенной свойственных акбурунеллам пережимов между оборотами раковины, относительно более выпуклым и высоким последним оборотом раковины и характером ее скульптуры (наличие радиальных ребер и т. д.).

Duplicata duplicata (Sow.) *megrelensis* subsp. nov.

Материал. В коллекции имеется 29 хорошо сохранившихся раковин этого подвида (рис. 9—12).

Диагноз. Раковина небольшая, с коротким завитком и значительно расширяющимся последним оборотом. На поверхности последнего оборота отсутствуют пришовные бугорки и соответствующая им спиральная бороздка. Поперечные ребра упираются в складку столбика. Устье овально-удлиненное.

Описание. Раковина средних или небольших размеров, яйцеобразного очертания. Состоит чаще всего из пяти оборотов. Поверхность оборотов, за исключением последнего, почти плоская. Последний оборот относительно высокий и заметно выпуклый. Скульптура начальных оборотов слабо выражена. Только на третьем обороте появляются едва приметные поперечные ребра. На четвертом обороте имеется спиральный ряд пришовных бугорков, очень слабо выраженный или почти отсутствующий на последнем обороте. Извилистые поперечные ребра упираются в складку столбика. Основание раковины покрыто тонкими следами нарастания. Складка столбика ограничена сверху широким валиком. Устье овально-удлиненное. Верхний край наружной губы слабо утолщен, внутренний тонкий и тесно прилегающий к основанию раковины.

Сравнение. Изученная форма очень близка к *D. duplicata* (Sow.), с которым ее связывают сходство в очертаниях раковины, одинаковое число оборотов и скульптура поверхности начальных оборотов. От этого вида наша форма отличается, однако, полным отсутствием на последнем обороте пришовных бугорков и соответствующей спиральной бороздки.

Геологический возраст и распространение. Средний сармат Мегрелии.

Местонахождение. Ущелья рр. Олори и Тебене у с. Пахулапи, р. Хобисцхали у с. Мухури и р. Чанисцхали у с. Джгали.

Duplicata olorensis sp. nov.

Материал. В коллекции имеется 19 хорошо сохранившихся раковин этого вида (рис. 1—8).

Диагноз. Раковина небольшая, с сильно заостренным завитком и резко расширяющимся последним оборотом. Скульптура последнего оборота представлена только бугровидно утолщающимися верхними концами малочисленных поперечных ребер, отделенными неглубокой бороздкой, и слабо выраженным рядом спирально расположенных бугорков.

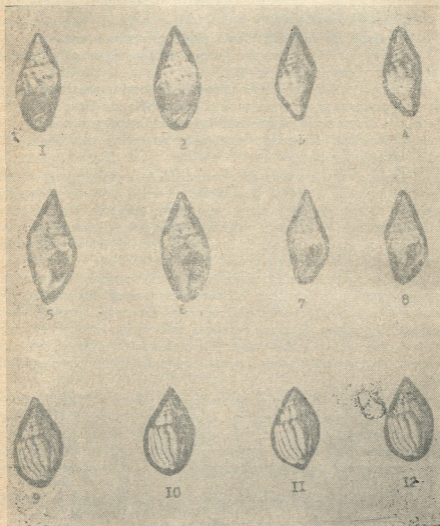


Рис. 1—8 — *Duplicata olorensis* sp. nov.; 9—12 — *D. duplicata megrelensis* subsp. nov.

Описание. Раковина средних или небольших размеров, с заостренным завитком и резко расширяющимся последним оборотом, заметно превосходящим в высоту все остальные обороты, вместе взятые. Поверхность начальных оборотов совершенно плоская. Первые два из них лишены скульптуры. На третьем и четвертом заметно по два ряда спирально расположенных бугорков. При этом нижний ряд более крупных бугорков возник, по-видимому, вследствие редукции поперечных ребер. На последнем обороте имеется ряд пришовных бугров, отделенных слабо выраженной бороздкой от бугровидных утолщений верхних концов быстро ступенькающихся книзу ребер. Основание гладкое, складка столбика весьма слабо развита. Устье удлинненно-овальное, с тонкими краями.

Сравнение. Описанный вид, возможно, близок к *D. corbiana* (Koles.) и *D. corbiana* (Koles.) *tolerabilis* (Koles.), которых он напоминает скульптурой последнего оборота (сглаживание почти до полного исчезновения поперечных ребер). Однако отличия от этих форм в общих очертаниях раковины, имеющей у пахуланских особей очень сильно расширенный, по сравнению с начальными оборотами, последний оборот, настолько явственны, что нет сомнения в необходимости выделения нового вида.

Геологический возраст и распространение. Средний сармат Мегрелии.

Местонахождение. Р. Хобисцхали у с. Мухури и р. Олори у с. Пахулани.

Общие замечания и выводы. При изучении даже небольшой коллекции дубликат сармата Мегрелии трудно пройти мимо довольно значительной изменчивости, свойственной большинству из них. Как нас убедило изучение специальной литературы, а также ознакомление с ископаемым материалом, эта особенность еще ярче выражена у нассид из сармата Предкавказья, Керчи и Молдавии.

Исследование сарматских нассид Западной Грузии показывает, что эта группа ископаемых брюхоногих пользуется здесь широким распространением, хотя и не обнаруживает того поразительного разнообразия, которым она характеризуется на Керченском полуострове и в Молдавии. В состав комплекса нассид сармата Западной Грузии входят *D. duplicata* (Sow.), *D. opinabilis* (Koles.), *D. olorensis* sp. nov., *D. orgevenensis* (Koles.), *D. tebenensis* (Bul.), *D. seminovalis* (Koles.) [- *D. seminovalis* (Koles.) var. *gemata* (Bul.)].

Д. А. Булейшвили [5] выделяет, кроме того, *D. georgiensis* (Bul.), *D. tebenensis* var. *pachulanensis* (Bul.). Однако самостоятельность этого вида и подвида представляется нам сомнительной. *D. georgiensis* (Bul.), сближаемый без достаточного на то основания с *D. opinabilis* (Koles.), на самом деле относится к *D. duplicata* (Sow.), от типичных представителей которого он отличается лишь признаками, вполне укладывающимися в пределы внутривидовой изменчивости большинства дубликат. Такими признаками, испытывающими у *D. duplicata* интенсивную изменчивость, являются выпуклость последнего оборота, удлинненность раковины, ее размеры и некоторые другие.

Что же касается *D. opinabilis* (Koles.) var. *trabalis* (Koles.), то самостоятельность этой формы недостаточно обоснована самим ее автором [9], присутствие же в нашей коллекции форм, промежуточных между типичным видом и указанной его разновидностью, приводит нас к мысли о возможной целесообразности ее включения в *D. opinabilis* (Koles.). Гораздо меньше у нас данных о *D. tebenensis* (Bul.) и о форме, описанной как *D. tebenensis* (Bul.) var. *pachulanensis* (Bul.), систематическая обособленность которой, на наш взгляд, не доказана автором. Отмеченные им особенности этой формы (меньшая ширина и большая заостренность завитка, сравнительно слабое развитие скульптуры) подвержены у дубликат вообще значительной внутривидовой изменчивости, что позволяет допустить то же самое и в отношении представителей группы *D. opinabilis* (Koles.).

Не вполне ясно также систематическое положение описанного Д. А. Булейшвили *D. baduensis* (Bul.), обнаруживающего явную близость к тому же *D. tebenensis* (Bul.). Возможно, что правильнее было бы считать его подвидом этого вида. Однако недостаточность данных заставляет нас воздержаться пока от окончательного вывода об его систематическом положении. В связи с изложенным приходится ставить под сомнение и предлагаемую автором филогению западногрузинских сарматских дубликат [5]. В его схеме филогенетических отношений этих брюхоногих обоснованной представляется, пожалуй, только связь между *D. tebenensis* (Bul.) и *D. baduensis* (Bul.).

Наибольшей изменчивости подвержены у дубликат такие признаки их раковин, как общие очертания, удлиненность и степень развития скульптуры, особенно последнего оборота. В этом отношении исключительно богатое разнообразие наблюдается у одного из наиболее распространенных и характерных видов сарматских дубликат *D. duplicata* (Sow.). Казалось бы, некоторая сглаженность скульптуры последнего оборота могла быть систематически важной особенностью, но внимательное ознакомление с многочисленными экземплярами этого вида показывает, что имеются незаметные переходы от особей с четко выраженной скульптурой последнего оборота к особям с более или менее сглаженными буграми и поперечными ребрами того же оборота. В большей мере это касается формы раковины, удлиненности или заостренности ее завитка, а также выпуклости последнего оборота, изменчивость которой отчасти связана, должно быть, с половым диморфизмом. Поэтому правильнее было бы, на наш взгляд, объединить с этим видом такие его разновидности, как *D. duplicata* (Sow.) *longinqua* (Koles.) и *D. duplicata* (Sow.) var. *aminosa* (Koles.), установленные В. П. Колесниковым на основании некоторых отличий в удлиненности раковины и в степени развития спиральной бороздки, отделяющей поперечные ребра последнего оборота от пришовных бугорков.

По-видимому, не менее интенсивной была внутривидовая изменчивость и у *D. opinabilis* (Koles.). Имеющийся в нашем распоряжении сравнительно небольшой материал по этому виду свидетельствует, в частности, о чрезвычайной изменчивости у него очертаний раковины.

У *D. olorensis* sp. nov. и, по-видимому, у представителей близкой к нему группы *D. corbiana* (dorb.) наблюдается весьма значительная изменчивость таких особенностей, как степень сглаживания ребер последнего оборота раковины и удлиненность завитка.

Судя по данным исследований, значительной изменчивости были подвержены также *D. duplicata-verneuilii* (Sinz.), *D. duplicata-hornesi* (Sinz.), *D. verneuilii* (Dorb.) и др.

Уже теперь, до тщательного исследования всего материала по этим моллюскам, можно высказать некоторые предположения о причинах значительной изменчивости дубликат. В связи с этим прежде всего заслуживает внимания наблюдаемое почти во всех группах дубликат постепенное сглаживание скульптуры, сопряженное в одних случаях с более или менее значительным удлинением раковины, а в других — с увеличением выпуклости последнего оборота и укорочением и заострением завитка. Другая особенность нассид сармата, проявляющаяся, возможно, только в западногрузинской части бассейна, заключается в том, что некоторые из этих моллюсков, переживающие своих сородичей из других участков сарматского моря, несколько увеличиваются в размерах.

Создается впечатление, что немногочисленные дубликаты, проникшие в раннем сармате в западногрузинскую часть бассейна, хотя и нашли здесь вполне благоприятную для них обстановку, особого распространения не получили. Можно думать, что условия данного участка сарматского бассейна не стимулировали ни особенно высокой изменчивости, ни бурного видообразования. Здесь дубликаты представлены в основном экологически близкими друг к другу группами, свидетельствуя об относительном единообразии обстановки. Последнее обстоятельство как раз могло обусловить переживание в западногрузинской части бассейна форм, исчезнувших в конце раннего сармата на севере и северо-западе сарматского моря: *D. duplicata* (Sow.) и *D. opinabilis* (Koles.).

Высказанные соображения об относительном единообразии условий обитания указанных видов *Duplicata* подтверждаются, на наш взгляд, соответственным единообразием фаций среднего сармата на всей площади его распространения в Западной Грузии.

Наоборот, на северокавказском и в особенности керченском и молдавском участках сарматского бассейна, где, в силу широкого развития рифов, наблюдается большое разнообразие фаций, отражающее значительную дифференциацию экологической обстановки, нассиды достигают поразительного расцвета, сопровождаемого крайней изменчивостью и интенсивным видообразованием. Здесь явно намечается радиация нассид, приведшая к возникновению видов с башенковидными ракови-



нами, с одной стороны, и с относительно укороченными и заостренными завитком, с другой, и даже особого рода *Akburunella* (из криптомактровых слоев). Надо думать, что в этих областях изменчивые условия грунта, аэрации, освещения, химизма вод и т. д. способствовали повышенной изменчивости признаков, развитие которых зависело, безусловно, от указанных факторов среды. С этой изменчивостью среды обитания, направленной, по-видимому, в сторону понижения солености и дифференциации условий грунта, была связана, в частности, изменчивость степени развития скульптуры, толщины раковины, ее очертаний и т. д. Сглаживание же раковин, зависело, может быть, от проникновения этих моллюсков в более глубокие участки дна, характеризующиеся спокойной обстановкой и преимущественно илстыми грунтами.

Что же могло, однако, вытеснить дубликат из занимаемых ими прибрежных участков водоема, где пищи у них было, вероятно, больше, а температурно-газовый режим должен был быть более благоприятным для них? Думается, что здесь решающее значение могла иметь конкуренция со стороны таких процветающих фитофагов и трупоядов, как трохиды. Примечательно в этом отношении наблюдаемое нами на Северном Кавказе и в Грузии подчиненное положение дубликат в комплексах, содержащих весьма обильную фауну трохид. Вполне возможно, впрочем, что полное исчезновение дубликат, следовавшее за развитием у них гладких раковин, связано как с прямой конкуренцией со стороны видов и родов трохид, так и с ухудшением общей обстановки (ухудшение режима питания, газообмена и т. д.).

Академия наук Грузинской ССР

Институт палеобиологии

(Поступило в редакцию 29.6.1966)

პალეობიოლოგია

ლ. მუსხელიშვილი

სამებრალოს ზოგიერთი სარმატული ნასიღების შესახებ

რეზიუმე

მკვლევართა ერთი ჯგუფი *Duplicata*-ს და *Akburunella*-ს მორფოლოგიური მსგავსების საფუძველზე ამ გვარებს *Dorsanum*-ის ორ დამოუკიდებელ ქვეგვარად განიხილავს, რაც, ჩვენი აზრით, არ უნდა იყოს მართებული. სარმატული დუბლიკატების მორფოლოგიურ მსგავსებას გვ. *Dorsanum*-ის წარმომადგენლებთან, ჩვენ მივაწერთ ჰომეომორფიას და მიზანშეწონილად მიგვაჩნია მათი გამოყოფა ახალ ქვეოჯახში *Duplicatinae subfam. nov.*

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. П. Колесников. К систематике сарматских гастропод. ДАН СССР, т. XXV, № 8, 1939.
2. В. Х. Рожка. О номенклатуре сарматских букциноподобных гастропод. Изв. Молдавского филиала АН СССР, № 9, (75), 1960.
3. В. П. Колесников. О некоторых проблемах палеонтологии. Бюлл. Моск. о-ва иппт. природы, отд. геол., т. 24, № 13, вып. 3, 1949.
4. M. Kossman. Essais de paléoconchologie comparée, IV pl. Paris, 1901.
5. Д. А. Булейшвили. О некоторых новых видах кардинид и букцинид из сарматских отложений нефтеносных районов Зап. Грузии. Бюлл. Грузнефти, № 1, 1948.

Д. Г. ЦХВИРАШВИЛИ

ТЕОРИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ МЕЖДУ
 КИПЯЩЕЙ ВОДОЙ И РАВНОВЕСНЫМ С НЕЙ ПАРОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии П. Г. Шенгелия 7.10.1966)

Для надежности и экономичности работы теплоэнергетических установок необходимо управление процессом перехода веществ в пар. В современных теплоэнергетических установках загрязнение пара происходит путем перехода в него примесей воды вследствие растворимости.

Общий закон распределения

При распределении растворенного в воде вещества между водой и паром число независимых компонентов и число фаз равны двум и поэтому количество масс составляет четыре: $M_{H_2O}^n$, $M_{H_2O}^b$, M_a^n и M_a^b . Здесь $M_{H_2O}^n$ и $M_{H_2O}^b$ — массы растворителя в паровой и водяной фазах, а M_a^n и M_a^b — соответственно массы растворенного вещества в паре и воде. Тогда для происходящего в системе изменения δ будем иметь

$$\begin{aligned} \delta M_{H_2O}^n + \delta M_{H_2O}^b &= 0, \\ \delta M_a^n + \delta M_a^b &= 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Переходя к числам молей ν_i^n , получаем

$$\begin{aligned} m_{H_2O}^n \nu_{H_2O}^n + m_{H_2O}^b \nu_{H_2O}^b &= 0, \\ m_a^n \nu_a^n + m_a^b \nu_a^b &= 0, \end{aligned} \quad (2)$$

где m_{H_2O} и m_a — молекулярные массы растворителя и растворенного вещества.

На основании закона действующих масс для равновесия в растворах с учетом того, что пар генерируется из воды, при замене концентрации растворителя соответствующими плотностями будем иметь

$$\frac{C_b^n m_b^n}{C_b^b} = k \frac{\rho_a^n}{\rho_b^b} \quad (3)$$

Если допустить, что $v^n = v^b$, и пренебречь изменением молекулярной массы растворенного вещества в фазах растворителя вследствие ассоциации или диссоциации, получим

$$K_p = \frac{C_b^n}{C_b^b} = k \left(\frac{\rho_n}{\rho_b} \right)^{\gamma} \quad (4)$$

Имеющиеся экспериментальные данные показывают, что постоянная $k = 1$. Следовательно, когда процесс распределения усложняется явлениями диссоциации или ассоциации, соотношение аналитических концентраций вещества в паре и воде (K_c) не остается постоянным.

Влияние диссоциации

При диссоциации вещества в каждой фазе растворителя устанавливается равновесие между недиссоциированными молекулами и ионами. В соответствии с законом распределения равновесие устанавливается еще между недиссоциированными в указанных фазах молекулами. Тогда для 1—1-валентного электролита, диссоциирующего со степенью α будем иметь

$$\lim \frac{C_n^1 \alpha_n^2 \alpha_b^2}{(1 - \alpha_b)^2} = K_p' K_g^n K_g^b = \text{const}, \quad (5)$$

где K_g^n и K_g^b — константы диссоциации электролита в паре и воде.

Если отношение концентраций недиссоциированных молекул в паре и воде обозначим K_M , а отношение концентраций диссоциированных ионов — K_N , тогда

$$\frac{K_g^n}{K_g^b} = \frac{K_N^2}{K_M} \quad (6)$$

При этом K_M и K_N при изменении концентрации электролита не остаются постоянными.

При распределении слабого электролита диссоциацией его в паровой фазе можно пренебречь и

$$K_c = (1 - a_b) K_M \quad (7)$$

или

$$\frac{K_M}{K_c} C_b \alpha_b^2 = K_g^b \quad (8)$$

Влияние неэлектролитической ассоциации

Электролитическую ассоциацию, которая сказывается на электропроводности растворов, можно учесть через соответствующее K_p .

При неэлектролитической ассоциации константа распределения будет

$$\lim \frac{C_n}{C_{b1}} = K_p' \quad (9)$$

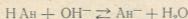
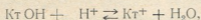
где C_{b1} — концентрация одинарных молекул в воде.

Учитывая степень диссоциации двойных молекул β и константу ассоциации K_A , путем соответствующих преобразований можно получить

$$K_c = \frac{\text{const}}{K'_A} \beta. \quad (10)$$

Влияние гидролиза

Изменение водородного показателя водного раствора при распределении слабых гидроокисей и кислот приводит к образованию соответствующих солей, которые тоже распределяются между паром и водой. Поэтому общий коэффициент распределения представляет собой отношение общих аналитических концентраций вещества в паре и воде. Если уравнения реакций гидролиза довести до ионных форм



и пренебречь влиянием на распределение гидролиза, протекающего в паре, получится

$$K_{\rho_{\text{общ}}}^{\text{ос}'} = \frac{C_{\text{ос}}^{\text{n}} + C_{\text{с}}^{\text{n}}}{[\text{Kт OH}]_b + [\text{Kт}^+]_b}, \quad K_{\rho_{\text{общ}}}^{\text{к}'} = \frac{C_{\text{н}}^{\text{n}} + C_{\text{с}}^{\text{n}}}{[\text{H Ан}]_b + [\text{Ан}^-]_b}, \quad (11)$$

$$K_{\rho_{\text{ос}}}^{\text{к}'} = \frac{C_{\text{ос}}^{\text{n}}}{[\text{Kт OH}]}, \quad K_{\rho_{\text{к}}}^{\text{к}'} = \frac{C_{\text{н}}^{\text{n}}}{[\text{H Ан}]_b}, \quad (12)$$

$$K_{\rho_{\text{с}}}^{\text{ос}'} = \frac{C_{\text{с}}^{\text{n}}}{[\text{Kт}^+]_b}, \quad K_{\rho_{\text{с}}}^{\text{к}'} = \frac{C_{\text{с}}^{\text{n}}}{[\text{Ан}^-]_b}, \quad (13)$$

где индексы „ос“, „к“ и „с“ обозначают основание, кислоту и соль.

Из этих уравнений на базе понятия степени гидролиза h можно получить

$$K_{\rho_{\text{общ}}}^{\text{ос}'} = h_b K_{\rho_{\text{ос}}}^{\text{к}'} + (1 - h_b) K_{\rho_{\text{с}}}^{\text{ос}'}, \quad (14)$$

$$K_{\rho_{\text{общ}}}^{\text{к}'} = h_b K_{\rho_{\text{к}}}^{\text{к}'} + (1 - h_b) K_{\rho_{\text{с}}}^{\text{к}'}. \quad (15)$$

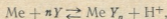
Специальный анализ показал, что в условиях протекания гидролиза в обеих фазах уравнения (14) и (15) остаются в силе.

Распределение вещества с амфотерными свойствами, естественно, описывается как одним, так и другим уравнением. Экспериментальные данные при этом должны заполнять область, ограниченную этими зависимостями.

В некоторых случаях процесс гидролиза может быть усложнен взаимным усилением реагирующих солей, образованием труднорастворимых веществ и комплексных соединений.

Влияние образования комплексных соединений

Реакцию образования комплексного соединения в воде можно представить в виде



где $\text{Me} Y_n$ и Me — комплексный ион и ион-комплексообразователь.

Следовательно, между водой и паром будет распределяться обычная соль (обс) и комплексная соль (кс). Если при этом обозначить $[\text{Me}] = x$, соответствующие коэффициенты распределения будут

$$K_{p_{\text{общ}}}^{\text{кс}'} = \frac{C_{\text{кс}}^n + C_{\text{обс}}^n}{[\text{Me} Y_n]_b + [\text{Me}]_b} \quad (16)$$

$$K_{p_{\text{кс}}}^{\text{кс}'} = \frac{C_{\text{кс}}^n}{[\text{Me} Y_n]_b} = \frac{C_{\text{кс}}^n}{C_{\text{общ}}^b - x} \quad (17)$$

$$K_{p_{\text{обс}}}^{\text{кс}'} = \frac{C_{\text{обс}}^n}{[\text{Me}]_b} = \frac{C_{\text{обс}}^n}{x} \quad (18)$$

Преобразование этих уравнений дает

$$K_{p_{\text{общ}}}^{\text{кс}'} = K_{p_{\text{кс}}}^{\text{кс}'} \left(1 - \frac{x}{C_{\text{общ}}^b} \right) + K_{p_{\text{обс}}}^{\text{кс}'} \frac{x}{C_{\text{общ}}^b}. \quad (19)$$

Обработка экспериментальных материалов доказала правильность изложенных в статье положений. Анализ же полученных зависимостей приводит к существенным выводам.

Грузинский институт энергетики

им. А. И. Дидебулидзе

(Поступило в редакцию 7.10.1966)

ინერგეტიკა

დ. ცხვირაშვილი

მულაჩა წყალსა და მასთან წონასწორობაში მყოფ ორთქლს
 შორის ნივთიერებების განაწილების თეორია

რ ე ზ ი მ ე

თბოენერგეტიკული დანადგარების ეკონომიური და გამართული მუშაობისათვის აუცილებელია წყლიდან ორთქლში ნივთიერებების გადასვლის კანონების ცოდნა. სტატიაში მოქმედი მასის კანონის საფუძველზე დადგენილია განაწილების საერთო კანონი, რაც (3) განტოლებით გამოისახება. განხილულია განაწილებაზე დისოციაციის, ასოციაციის, ჰიდროლიზისა და კომპლექსური ნაერთის წარმოქმნის გავლენა. აღნიშნული ფაქტორების როლი გამოისახება (5), (7), (10), (23), (24) და (28) განტოლებებით.

მოვლენის ამგვარი ანალიზი საშუალებას ვეძლევა სასურველი მიმართულებით წარმართოთ ორთქლძალოვან დანადგარებში ნივთიერებების ორთქლში გადასვლის პროცესი.

Т. А. КИРИЯ

ОЦЕНКА ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДВУХРЯДНОГО ТУРБОБУРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. А. Дзидзури 16.9.1963)

Известно, что эффективность турбинного способа бурения существенно зависит от величины вращающего момента, развиваемого турбобуром.

Низкие значения рабочих моментов серийных турбобуров во многих случаях практики вынуждают ограничивать величину осевой нагрузки на долото G_g соответственно низкими, малоэффективными пределами, особенно в условиях вязких пластичных пород. Нередко G_g составляет почти половину гидравлической нагрузки G_r , действующей на осевую опору (пяту) турбобура. В общем случае $G_g = a G_r$, где a — коэффициент, зависящий от условий бурения.

В поисках решения задачи по созданию высокомоментных турбобуров в работе [1] был предложен турбобур двухрядной конструкции, схема которой показана на рис 1. В связи с этим ниже дается оценка относительных величин рабочих вращающих моментов одно- и двухрядного турбобуров с целью выявления потенциальных возможностей последних.

Поскольку диаметр турбобура в глубоком бурении определяется размером долота, то, очевидно, второй ряд турбинок должен быть вписан вовнутрь обычного однорядного турбобура при неизменном наружном диаметре его, что приводит к уменьшению среднего расчетного диаметра и к соответствующему изменению рабочей характеристики забойного двигателя.

Вращающий момент, передаваемый турбобуром долоту M_g , с учетом потерь трения в пяте можно выразить следующим образом:

$$M_g = M_T - M_n, \quad (1)$$

где M_T — крутящий момент, развиваемый турбиной турбобура;

M_n — момент, расходуемый на преодоление сил трения в пяте.

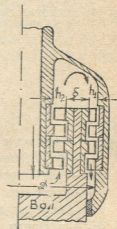


Рис. 1 Схема двухрядного турбобура

Согласно экспериментальным данным [2, 3], при $G_g = 0$, когда на пятау действует полная гидравлическая нагрузка, величина M_n может быть определена через M_r и опытный коэффициент b : $M_n = b M_r$. Тогда, учитывая, что при $G_g = G_r$ $M_n = 0$, а функция $M_n = f(G_g - G_r)$ имеет прямолинейный характер, после преобразований для $G_g \leq G_r$ получаем

$$M_n = b M_r \left(1 - \frac{G_g}{G_r} \right).$$

Для оценки относительной эффективности рассматриваемых турбобуров достаточно при прочих равных условиях определить соотношения величин M_g при одно- и двухрядной конструкциях. Для этого, подставив в выражение (1) значения M_n и $G_g = aG_r'$, получим

$$\frac{M_g}{M_g'} = \frac{M_r}{M_r'} \frac{1 - b - ab G_r'/G_r'}{1 - b - ab}. \quad (2)$$

В случае $G_g > G_r$ знаки при b и ab необходимо изменить на обратные.

Здесь и ниже индексы 'и' относятся соответственно к одно- и двухрядному турбобурам.

Для определения отношений M_r'/M_r и G_r'/G_r воспользуемся известными [4] зависимостями

$$M_r = \frac{\pi Q}{g} \gamma n k d^2, \quad (3)$$

$$G_r = P (F_1 + 0,5 F_2), \quad (4)$$

$$n = \frac{Q \eta_0 \operatorname{Ctg} \alpha}{\pi^2 \alpha d^2 h}, \quad (5)$$

где Q , γ — расход и удельный вес рабочей жидкости;

g — ускорение силы тяжести;

d , k — расчётный диаметр и количество ступеней турбинок;

n — скорость вращения вала турбобура;

P — перепад давления в турбине;

F_1 , F_2 — площади поперечных сечений соответственно непроточной и проточной частей ротора;

α , η_0 — коэффициент стеснения и объёмный к. п. д. турбобура;

α , h — угол атаки и радиальная высота лопаток турбинок.

Задавшись одинаковыми величинами Q , γ , n , P для одно- и двухрядного турбобуров, из выражений (3) и (4) после преобразований имеем

$$\frac{M_r'}{M_r} = \varepsilon + (1 - \varepsilon) \left(\frac{D - 2h_1 - 2\delta - h_2}{D - h_1} \right)^2, \quad (6)$$

$$\frac{G^*}{G_r} = 1 - 2(1 - \varepsilon) \frac{D(h_1 + h_2 + 2\delta) - (h_1 + h_2 + \delta)^2 - \delta^2 - 2\delta h_1}{(D - h_1)^2 + h_1^2}, \quad (7)$$

где $\varepsilon = \frac{k_n}{k}$ — коэффициент, учитывающий распределение общего количества ступеней турбинок k между наружным (k_n) и внутренним ($k - k_n$) рядами;

D, δ — диаметр турбины и толщина ступиц роторов (см. рис. 1);

h_1, h_2 — радиальные высоты турбинок, значения которых связаны между собой условием равенства скоростей вращения роторов наружного и внутреннего рядов, которые конструктивно объединены в один ротор.

Приняв для обоих рядов турбин равными величины $Q, \eta_0, \alpha, \alpha, n$, из формулы (5) получим

$$h_1(D - h_1)^2 = h_2(D - 2h_1 - 2\delta - h)^2.$$

Приближенное решение данного уравнения относительно h_2 при $\delta = 3$ см, $D = 25$ см имеет вид

$$h_2 = 2,29 h_1 - 1,39 h_1^2 + 2,1 h_1^3.$$

Для $D=30$ и 40 см коэффициенты при h_1, h_1^2, h_1^3 соответственно равны $1,84, 0,54, 0,84$ и $1,65, 0,52, 0,45$. Результаты расчетов по формулам (7), (6), (2) для различных D и ε приведены в таблице и на рис. 2. В расчетах принято $b = 0,4$, согласно работам [2, 3], и $a = G_r^*/G_r$, что соответствует полной разгрузке осевой опоры двухрядного турбобура ($a = 0,6 - 0,8$).

D см	h ₁ см	h ₂ см	M _r */M _r		G _r */G _r		M _g */M _g	
			ε=0	ε=0,5	ε=0	ε=0,5	ε=0	ε=0,5
25	1	3,0	0,34	0,67	0,36	0,68	0,54	0,78
30	1	2,14	0,46	0,73	0,48	0,74	0,63	0,82
40	1	1,58	0,60	0,80	0,60	0,80	0,73	0,87

В случае $b < 0,4$ и $a \cong \frac{G_r^*}{G_r}$ значения отношений M_g^*/M_g несколько ниже, чем приведенные в таблице.

При $D < 25$ см конструирование двухрядного турбобура весьма затруднительно, а турбобуры диаметром $D > 30$ см для глубокого бурения не представляют интереса по известным технологическим причинам. Поэтому потенциальные возможности предложенной схемы тур-

бобура двухрядной конструкции для глубокого бурения исчерпываются данными указанной таблицы и кривых.

Из рассмотрения кривых на рис. 2 и формул (6), (7) следует, что при условии $\varepsilon = 0$, которое означает отсутствие внешнего ряда турбинок и равноценно сравнению турбобуров различных диаметров, имеем минимальные значения M'_r , G'_r , M'_g , в 2–3 раза меньше M''_r , G''_r , M''_g , а при $\varepsilon = 1$ отсутствует внутренний ряд турбинок и по существу сравниваются между собой два одинаковых турбобура, поэтому

$$G'_r = G''_r, M'_g = M''_g.$$

При любых промежуточных значениях $0 < \varepsilon < 1$ M_g , G_r меньше M''_g , G''_g .

Поскольку единственным преимуществом двухрядных турбобуров перед серийными является сокращение габаритной длины, то, очевидно,

наибольший интерес представляет случай $\varepsilon = 0,5$, при котором количество ступеней распределено поровну между наружным и внутренним рядами и длина турбобура достигает минимума.

В этом случае $M_g = (0,78 \div 0,82) M'_g$.

Заметим, что некоторое повышение M''_g (порядка 4%) может быть достигнуто при условии $h_1 = h_2$, $\alpha' > \alpha''$. Однако при этом, равно как и при

$h_1 < 1$ см, гидродинамическая характеристика ступени турбинок несколько ухудшается.

Из сказанного явствует, что лучшей рабочей характеристикой из сравниваемых конструкций обладает обычный однорядный турбобур.

При этом, учитывая прямую зависимость между моментом M_g и осевой нагрузкой на долото G_g [5], из полученных результатов анализа следует, что в случае применения двухрядных турбобуров осевая нагрузка, которую можно будет осуществить на долото, ниже, чем при серийных однорядных турбобурах тех же габаритных диаметров, что в конечном счете должно привести к еще большему снижению и без того низких значений [6] производительности долот в глубоком бурении.

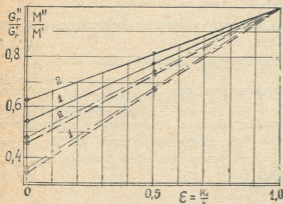


Рис. 2. Зависимости M''_r , M''_g , G''_r от ε :
 — M''_g/M'_g — — — M''_r/M'_r — · — — G''_r/G'_r
 1— $D=25$ см 2— $D=30$ см

Выводы

1. Двухрядные турбобуры, исполненные по схеме, показанной на рис. 1, в габаритах, применимых в глубоком бурении, существенно уступают по основному параметру характеристики вращающему моменту на валу, серийным однорядным и тем более секционным турбобурам.

2. Поскольку по мере роста D значение M'_g/M_g все более приближается к 1, то двухрядная конструкция турбобура может представлять практический интерес лишь для бурения стволов большого диаметра при $D > 1$ м, имея при этом в виду возможности уменьшения длины турбобура и качественно нового конструктивного исполнения его.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт горной механики, разработки
 месторождений и физики взрыва
 им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило в редакции 16.9.1966)

საბჭოთა საკვანძო

ბ. ჰირია

ორრიბიანი ტურბობურლის ფარლობითი ეფექტურობის
 განსაზღვრა

რეზიუმე

ცნობილია [1], რომ ტურბინული ბურღვის ეფექტურობა დამოკიდებულია მბრუნავი მომენტის სიდიდეზე, რაც შეუძლია განავითაროს ტურბობურლმა. უკანასკნელ დროს ლიტერატურაში გამოითქვა მცდარი აზრი [1] ღრმა ბურღვაში ორრიბიანი ტურბობურლის გამოყენების მაღალი ეფექტურობის შესახებ (დიდი მბრუნავი მომენტის ძრავის შექმნის შესაძლებლობის თვალსაზრისით).

ამასთან დაკავშირებით სტატიაში მოცემულია აღნიშნული საკითხის კვლევა. მუშა-მანახიათებლების შედარების შედეგად ნაჩვენებია, რომ ორრიბიანი ტურბობურლი ხასიათდება უფრო მცირე მბრუნავი მომენტით, ვიდრე ჩვეულებრივი ერთრიბიანი და, მით უმეტეს, სექციური ტურბობურლი. ამიტომ ღრმა ბურღვის პირობებისათვის არ შეიძლება რეკომენდირებულ იქნეს ორრიბიანი ტურბობურლის ნაჩვენები სქემა. მისი გამოყენება შეიძლება გამართლებულ იქნეს მხოლოდ დიდი დიამეტრის შახტების ჰაურების ბურღვის დროს რიგთა განლაგების სქემის სათანადო შეცვლით.

სტატიაში მოცემულია საანგარიშო ფორმულები და გრაფიკი ორ- და ერთრიბიანი ტურბობურლების მბრუნავი მომენტისა და ჰიდრაულიკური დატვირთვის შეფარდებითი სიდიდეების განსაზღვრისათვის.

დასმწმობული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. М. К. Сеид-Рза, А. А. Мовсумов, Г. Н. Джалил-заде. О повышении эффективности турбинного способа бурения при проходке пластичных пород. АНХ, № 11, 12, 1960.
2. Н. Н. Ядулаев, А. С. Шарутин, А. Г. Аскеров. Стендовые испытания серийных и секционных турбобуров. «Азербайджанский нефтяной журнал», 1959, 61—62.
3. Я. М. Василевский. Рациональная эксплуатация и ремонт турбобуров. «Азербайджанский нефтяной журнал», 1958, 54.
4. П. П. Шумилов. Теоретические основы турбинного бурения. Гостоптехиздат, 1943.
5. В. С. Федоров. Проектирование режимов бурения. Гостоптехиздат, 1958.
6. Т. А. Кирия. Теория и практика бурения секционными турбобурами. «Азербайджанский нефтяной журнал», 1958.

Т. С. ЯШВИЛИ, Д. Ш. ЦАГАРЕИШВИЛИ, Г. Г. ГВЕЛЕСИАНИ

ЭНТАЛЬПИЯ И ТЕПЛОЕМКОСТЬ ПОЛУТОРНОЙ ОКИСИ ИТТРИЯ И ДВУОКИСИ ЦЕРИЯ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 8.9.1966)

Опыты по определению энтальпии полуторной окиси иттрия и двуокиси церия в интервале температур 298,15—1600°K проводились методом смешения в массивном калориметре с изотермической оболочкой. Подробное описание калориметрической установки и методики измерений дано в предыдущих работах [1—3].

В опытах использовались реактивы Y_2O_3 и CeO_2 следующего химического состава: Y_2O_3 —>99,94%, Ho_2O_3 —<0,01%, Dy_2O_3 —<0,01%, Tb_4O_7 —<0,02%, Gd_2O_3 —<0,01%, Fe —0,0014%, Cu —<0,001%, Co —<0,004%, Cl —0,006% и CeO_2 —>99,99%, Nd_2O_3 —<0,01%, Pr_6O_{11} —<0,01%, Fe —<0,01%, Cu —<0,0004%, Co —<0,0001%, Cr —0,0001%, Ni —0,0004%, Mn —<0,0004%.

Из препаратов Y_2O_3 и CeO_2 предварительно были изготовлены брикеты, которые были прокалены при температуре 1000°С в течение $1,8 \cdot 10^4$ сек. Брикет измельчался в агатовой ступке, и полученный порошок окисла помещался в негерметизированную платиновую ампулу.

Масса порошков при опытах равнялась $7,9775 \cdot 10^{-3}$ кг для Y_2O_3 и $10,3341 \cdot 10^{-3}$ кг для CeO_2 . Принято: молекулярный вес Y_2O_3 и CeO_2 соответственно равен 225,81 и 172,13; 1 кал=4,1840 дж и 25°С=298,15°K.

В табл. 1 и 2 приведены результаты измерений при различных температурах энтальпии ($H_T - H_{298,15}$) Y_2O_3 и CeO_2 , а также значения их средней теплоемкости \bar{C}_p , рассчитанные по соотношению

$$\bar{C}_p = \frac{H_T - H_{298,15}}{T - 298,15}.$$

Экспериментальные результаты обрабатывались в следующей последовательности: строился график зависимости средней теплоемкости исследуемого окисла от температуры и проводилась сглаживающая кривая; далее на этой кривой для температур 400, 500°K и т. д. отсчитывались соответствующие значения средней теплоемкости $(\bar{C}_p)_{гр.л}$ и вычислялись сглаженные величины энтальпии:

$$(H_T - H_{298,15})_{гр.л} = (\bar{C}_p)_{гр.л} (T - 298,15).$$

Таблица 1

Энтальпия и средняя теплоемкость Y_2O_3

T °K	$H_T - H_{298,15}$ дж/моль, эксп.	\bar{C}_p дж/моль· град, эксп.	$H_T - H_{298,15}$ дж/моль, расч.	Δ %
389,4	9698	106,23	9837	-1,42
474,9	19468	110,12	19640	-0,88
582,2	32593	114,73	32430	+0,50
680,0	44505	116,52	44422	+0,19
782,3	57593	118,95	57233	+0,48
878,6	69270	119,33	69500	-0,33
987,3	83613	121,34	83571	+0,05
1075,6	95303	122,59	95157	+0,15
1162,0	106910	123,76	106629	+0,26
1275,7	121888	124,68	121918	-0,02
1383,0	136633	125,94	136536	+0,07
1496,9	151699	126,52	152256	-0,37
1615,0	167109	126,90	168774	-0,99

Таблица 2

Энтальпия и средняя теплоемкость CeO_2

T °K	$H_T - H_{298,15}$ дж/моль, эксп.	\bar{C}_p дж/моль· град, эксп.	$H_T - H_{298,15}$ дж/моль, расч.	Δ %
391,4	6008	64,39	6054	-0,77
476,9	11954	66,86	11970	-0,14
572,9	18899	68,78	18887	+0,07
662,5	25506	70,00	25527	-0,08
780,0	34589	71,80	34459	+0,37
860,7	40664	72,30	40727	-0,15
980,6	50200	73,55	50208	-0,02
1082,0	58392	74,48	58379	+0,02
1154,5	64400	75,19	64308	+0,14
1285,6	75320	76,27	75195	+0,17
1388,1	83408	76,53	83856	-0,54
1497,4	92889	77,45	93232	-0,37
1623,6	104445	78,78	104240	+0,20

В табл. 3 приведены (с округлением в пределах ± 5 дж/моль) найденные сглаженные значения высокотемпературных энтальпий Y_2O_3 и CeO_2 с шагом 100° . Погрешность линейной интерполяции $< 0,15\%$.

Для получения эмпирических уравнений температурной зависимости энтальпии и истинной теплоемкости предварительно находили аналитическую форму функции $\bar{C}_p = f(T)$ по уравнению

$$\bar{C}_p = a + b(T + 298,15) - \frac{c}{298,15 \cdot T},$$

которому, согласно соотношению

$$C_p = \bar{C}_p + \frac{d\bar{C}_p}{dT} (T - 298,15),$$

соответствуют следующие уравнения для истинной теплоемкости и энтальпии:

$$C_p = a + 2bT - cT^{-2},$$

$$H_T - H_{298,15} = aT + bT^2 + cT^{-1} + d.$$

Вычисление коэффициентов a , b , c , d выполнялось по разработанному ранее полуграфическому методу [3]. При этом были использованы значения истинной теплоемкости исследуемых окислов при $298,15^\circ\text{K}$, полученные прямым методом в работах [4, 5] соответственно для Y_2O_3 ($C_{p298,15} = 24,50$ кал/моль·град) и CeO_2 ($C_{p298,15} = 14,73$ кал/моль·град).

Таблица 3

Сглаженные значения энтальпии Y_2O_3 и CeO_2 при высоких температурах

T °K	$H_T - H_{298,15}$ Дж/моль	
	Y_2O_3	CeO_2
400	10950	6590
500	22510	13560
600	34600	20870
700	47020	28380
800	59620	36060
900	72430	43840
1000	85400	51740
1100	98540	59790
1200	111810	67960
1300	125170	76300
1400	138680	84790
1500	152270	93430
1600	166030	102240

Найденные величины коэффициентов a , b , c , d приведены в табл. 4; в графе А их значения даны для случая, когда энтальпия выражена в Дж/моль, а в графе В — в кал/моль.

Средняя квадратическая ошибка измерения энтальпии определялась по формуле

$$s = \sqrt{\frac{\sum (\Delta)^2}{n(n-1)}},$$

где n — число опытов, а Δ — относительное отклонение результата отдельного опыта от расчетного значения энтальпии по эмпирическому уравнению. Для рассмотренных температурных интервалов вычислялась также средняя арифметическая ошибка результатов опыта $\Delta' = \sum \Delta / n$ и

определялось среднее расхождение Δ'' между сглаженными и рассчитанными из эмпирических уравнений величинами энтальпии. Значения погрешностей s , Δ' и Δ'' приведены в табл. 4.

Таблица 4

Значения коэффициентов a , b , c , d для эмпирических уравнений энтальпии и теплоемкости Y_2O_3 и CeO_2

Вещество		a	b·10 ³	c·10 ⁻⁵	-d	Температурный интервал, °К	s	Δ'	Δ''
							%		
Y ₂ O ₃	A	117,78	7,32	17,45	41618	298,15–1615,0	0,17	0,44	0,22
	B	28,15	1,75	4,17	9947				
CeO ₂	A	69,75	5,73	10,25	24744	298,15–1623,6	0,09	0,23	0,15
	B	16,67	1,37	2,45	5914				

Таблица 5

Истинная теплоемкость CeO₂ при высоких температурах

T °К	C _p кал/град·моль по настоящей работе	C _p кал/град·моль по работе [6]	Разность, %
608,1	17,68	17,55	+0,74
700	18,09	18,00	+0,50
800	18,48	18,49	-0,05
900	18,84	18,98	-0,74
1000	19,14	19,47	-1,72
1100	19,48	19,96	-2,46
1171,7	19,70	20,31	-3,10

Ф. А. Кузнецов и Т. Н. Резухина [6] методом смешения измерили истинную теплоемкость CeO₂ в интервале температур 608,1–1171,7 °К и получили уравнение

$$C_p = 14,58 + 4,89 \cdot 10^{-3} \cdot T \text{ кал/моль} \cdot \text{град.}$$

В табл. 5 значения истинных теплоемкостей CeO₂, рассчитанные по этому уравнению, сравниваются с нашими данными. Среднее расхождение между ними равно $\pm 1,3\%$, что в данном случае можно считать удовлетворительным, так как значения C_p получены в результате дифференцирования уравнений разностей энтальпий [7]. К сожалению, сравнить значения $H_T - H_{298,15}$ для CeO₂ нам не удалось из-за их отсутствия в работе [6].

Выводы

В массивном калориметре методом смешения измерена энтальпия Y_2O_3 и CeO_2 в интервале температур 298,15—1600 °K. Получены эмпирические уравнения зависимости энтальпии и истинной теплоемкости от температуры. Составлена таблица сглаженных значений энтальпий.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт металлургии

(Поступило в редакцию 8.9.1966)

მეტალურგია

თ. იაშვილი, დ. ცაგარეიშვილი, ზ. ზამოსინი

იტრიუმის და ცერიუმის ჰაზის ენთალპია და სითბოტევადობა
 მაღალ ტემპერატურებზე

რეზიუმე

მასიურ კალორიმეტრში შერევის მეთოდით გაზომილია Y_2O_3 და CeO_2 ენთალპია 298,15—1600 °R ტემპერატურულ ინტერვალში. მიღებულია ამ ენთალპიების ენთალპიისა და სითბოტევადობების ტემპერატურისაგან დამოკიდებულების ემპირიული განტოლებები. შედგენილია 100°-იანი ინტერვალით ენთალპიათა გასაშუალებულ მნიშვნელობათა ცხრილი. ექსპერიმენტის საშუალო კვადრატული ცდომილება ნაკლებია 0,2%-ზე.

დასოფიებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Ш. Цагарейшвили, Г. Г. Гвелесиани. Энтальпии и теплоемкости окислов некоторых редкоземельных металлов. ЖНХ, т. 10, 1955, 319.
2. Д. Ш. Цагарейшвили, Г. Г. Гвелесиани. Теплосодержания и теплоемкости окислов европия, тулия и иттербия при высоких температурах. Труды Грузинского ин-та металлургии, т. XIV, 1965, 187.
3. Д. Ш. Цагарейшвили. Приближенный расчет высокотемпературной теплоемкости твердых неорганических соединений... Автореферат, М., 1965.
4. H. W. Goldstein, E. F. Neilson, P. N. Walsh and D. White. The heat capacities of Itrium oxide (Y_2O_3), Lanthanum oxide (La_2O_3) and Neodymium oxide (Nd_2O_3) from 16 to 300 °K. J. Phys. Chem., vol. 63, 1959, 1445.
5. E. F. Westrum, A. F. Beale. Heat capacities and chemical thermodynamics of cerium (III) fluoride and of cerium (IV) oxide from 5 to 300 °K. J. Phys. Chem., vol. 65, № 2, 1961, 353.
6. Ф. А. Кузнецов, Т. Н. Резухина. Теплоемкость двуокиси церия при высоких температурах. ЖФХ, т. 34, 1960, 2467.
7. Н. А. Ландия. Расчет высокотемпературных теплоемкостей твердых неорганических веществ по стандартной энтропии. Изд. АН ГССР. Тбилиси, 1962.

И. Г. ЗЕДГИНИДЗЕ

К ВОПРОСУ ВЫДЕЛЕНИЯ СУЩЕСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. В. Габашвили 4.9.1965)

Сложные технологические процессы характеризуются большим числом входных параметров, часть из которых оказывает существенное влияние на течение процесса, а другая—лишь незначительное. Приступая к оптимизации сложных технологических процессов, целесообразно отсеять факторы, оказывающие меньшее влияние, отнести их к шумовому полю и, выделив наиболее существенные параметры, приступить к более детальному изучению процесса.

Для проведения отсеивающих экспериментов Саттерзвайтом [1] был предложен так называемый метод случайного баланса. Планирование эксперимента по этому методу не представляет каких-либо трудностей. Так, чисто случайно сбалансированный план получается путем записи в случайном порядке уровней каждого фактора в соответствующей этому фактору колонке.

Вследствие утраты ортогональности между сравнениями чисто случайно сбалансированные планы приводят к большим расхождениям с действительностью, поэтому для уменьшения дисбаланса (рассогласования) и минимизации общего числа опытов в эксперименте строят кондционные планы, в которых каждый из параметров находится на каждом из уровней одинаковое число раз (в каждой колонке имеется равное число уровней каждого фактора), а также так называемые многократно сбалансированные планы.

Многократно случайно сбалансированные планы с полной уравновешенностью внутри подгруппы получают группировкой исследуемых переменных в независимые полные или дробные факторные планы, рандомизацией последовательности строк этих подпланов согласно таблице случайных чисел и стыковкой полученных отдельных подпланов в общую матрицу планирования.

Например, при исследовании 18 входных параметров x_1, x_2, \dots, x_{18} за 32 опыта удобно разбить их на три группы по шесть параметров в каждой и для каждой группы использовать полуреплику от полного

факторного эксперимента типа 2^6 (табл. 1). Рандомизировав по таблице случайных чисел [2] строки приведенной полуреплики, отдельно для каждой группы переменных получим три подплана, объединение которых

Таблица 1

Полуреплика от полного факторного эксперимента типа 2^6 ,
используемая для трех групп исследуемых факторов

№ опыта	Первая группа переменных					
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
	Вторая группа переменных					
	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}
	Третья группа переменных					
	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{18}
1	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+
3	+	+	+	-	+	-
4	+	+	+	-	-	+
5	+	+	-	+	+	-
6	+	+	-	+	-	+
7	+	+	-	-	+	+
8	+	+	-	-	-	-
9	+	-	+	+	+	-
10	+	-	+	+	-	+
11	+	-	+	-	+	+
12	+	-	+	-	-	-
13	+	-	-	+	+	+
14	+	-	-	+	-	+
15	+	-	-	-	+	-
16	+	-	-	-	-	+
17	-	+	+	+	+	+
18	-	+	+	+	-	+
19	-	+	+	-	+	+
20	-	+	+	-	-	+
21	-	+	-	+	+	+
22	-	+	-	+	-	-
23	-	+	-	-	+	-
24	-	+	-	-	-	+
25	-	-	+	+	+	+
26	-	-	+	+	-	-
27	-	-	+	-	+	-
28	-	-	+	-	+	+
29	-	-	-	+	-	-
30	-	-	-	+	-	+
31	-	-	-	-	+	+
32	-	-	-	-	-	-

дает общую матрицу планирования. Данные, полученные реализацией матрицы планирования, сводятся в столбец Y .

В случайно сбалансированных планах при одном и том же числе опытов возможно изучение большего или меньшего числа факторов. При добавлении параметров во избежание смешивания эффектов целесообразнее не использование факторных планов высокой дробности, а произведение заново разбиения всех параметров на большее число групп или выделение дополнительных факторов в новый полный или дробный факторный план, который после рандомизации строк стыкуется с уже

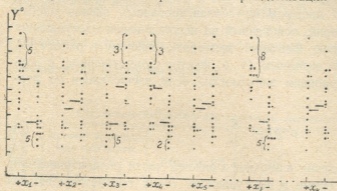


Рис. 1. Диаграмма рассеяния для основных эффектов (первый этап выделения)

Рис. 1. Диаграмма рассеяния для основных эффектов (первый этап выделения)

имеющейся матрицей планирования. При разбиении параметров на группы желательно в одну группу объединять параметры, от которых ожидаются наибольшие эффекты.

Практика показывает, что планирование по методу случайного баланса эффективно при более чем 20 опытах.

Реализовав матрицу планирования и получив выходные данные, необходимо их проанализировать для выделения и оценки эффектов.

Наглядностью и простотой анализа обладает метод, основанный на построении диаграмм рассеяния. Согласно этому методу, вначале для визуального, качественного обнаружения существенных эффектов строятся для каждого параметра однопеременные диаграммы рассеяния (гистограммы) путем нанесения отклика Y против каждого уровня соответствующего фактора (рис. 1), а затем посредством статистического анализа производятся количественная оценка выделенных эффектов и проверка их значимости.

Исключив влияние выделенных существенных факторов на выход, вновь строим диаграммы рассеяния и определяем следующие по значимости эффекты и т. д. до тех пор, пока не останется достаточно различных чистых (основных) эффектов.

а) Выделение существенных параметров. Считают, что параметр x_j существен, если при переходе его с одного на другой уровень происходит смещение центра распределения вероятностей величин Y (центра гистограммы) на значимую величину

$$B_j = (MY_{j1} - MY_{j2}),$$

где MY_{j1} и MY_{j2} —медианы распределения Y при нахождении параметра j соответственно на первом и втором уровнях.

Визуальное выделение по методу медиан дает хорошие результаты в тех случаях, когда смещения для нескольких параметров значительно превосходят все остальные. Но при смещениях приблизительно одного порядка (а практически во всех случаях) появляется необходимость количественной оценки значимости визуально выделенного смещения.

Для двухуровневых многократно сбалансированных планов удобен непараметрический критерий, основанный на использовании выступающих точек диаграмм рассеяния. Согласно критерию, данному в работе [3], расхождение признается значимым (т. е. фактор-существенным) с двусторонним 5; 1 и 0,1% уровнем значимости, если вычисленная по формуле

$$p(g) = \frac{g}{2k} \quad (1)$$

вероятность $p(g)$ нахождения в верхней и нижней части рассматриваемой диаграммы рассеяния в сумме g выступающих точек соответственно не превышает 0,05; 0,01 и 0,001. Соответствующие вышеприведенным уровням значимости критические значения $g \approx 7; 10$ и 14. Если $g < 7$, т. е. $p(g) > 0,05$, то смещение центров гистограмм незначимо, а параметр не-существен. Согласно критерию, среди выделенных на рис. 1 по методу медиан параметров $x_1, x_3, x_4, \dots, x_j$ с $g = 10, 8, 5, \dots, 13$ смещение для x_4 незначимо, а параметры x_1, x_3, \dots, x_j значимы с вычисленными по формуле (1) уровнями $p(g) \approx 0,01; 0,03; 0,0015$.

б) Оценка эффектов и проверка их значимости. Для оценки эффектов выделенных значимых параметров и проверки их значимости из матрицы планирования следует отобрать d столбцов, соответствующих выделенным параметрам, которые после объединения строк с одинаковыми знаковыми комбинациями принимают вид матрицы X^* типа $d \times m$, где m —число неповторяющихся строк (табл. 2). Соответственно вектор-столбец Y после рассортировки значений y_i по m строкам принимает вид матрицы Y^* , строки которой могут содержать неравное число наблюдений $y_{i\alpha}^*$. Найдя средние значения \bar{y}_α^* строк α , можно определить эффекты выделенных факторов

$$b_j = 2 \frac{\sum_{\alpha=1}^m (x_{\alpha j}^*) \bar{y}_\alpha^*}{m}, \quad (2)$$

где $x_{\alpha j}^*$ —величина, равная +1 или -1 [(+) или (-)], расположенная на пересечении j -го столбца и α -й строки матрицы X^* .

Значимость оцененных эффектов b'_j проверяется по t -критерию. b'_j значим при выполнении неравенства

$$|b'_j| > 2t \cdot \sigma_b, \quad (3)$$

где значения t выбираются из таблиц t -распределения исходя из 95% доверительной вероятности и $f = \sum_{i=1}^m n_{\alpha} - m$ степеней свободы, а σ_b — стандартное отклонение для коэффициентов регрессии $b = \frac{1}{2} \cdot b'$, подсчитанное по формулам табл. 2.

Таблица 2

Статистический анализ для проверки значимости эффектов b'_j

№ неповторяющихся точек	Уровни выделенных факторов				Матрица Y^*		\bar{y}_α^*	σ_α^2	Вычисления
	x_1	x_2	\dots	x_j	y_{i1}^*	$y_{i2}^* \dots y_{in_i}^*$			
1	x_{11}^*	x_{13}^*	\dots	x_{1j}^*	y_{11}^*	$y_{12}^* \dots y_{1n_1}^*$	\bar{y}_1^*		1. $\bar{y}_\alpha^* = \frac{1}{n_\alpha} \sum_{\gamma=1}^{n_\alpha} y_{\alpha\gamma}^*$
2	x_{21}^*	x_{23}^*	\dots	x_{2j}^*	y_{21}^*	$y_{22}^* \dots y_{2n_2}^*$	\bar{y}_2^*		2. $\sigma_\alpha^2 = \frac{1}{n_\alpha - 1} \sum_{\gamma=1}^{n_\alpha} (y_{\alpha\gamma}^* - \bar{y}_\alpha^*)^2$
\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots		3. $\sigma_E^2 = \frac{\sum_{\alpha=1}^m \sigma_\alpha^2 (n_\alpha - 1)}{\sum_{\alpha=1}^m (n_\alpha - 1)}$
\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots		4. $\sigma_p^2 = \sigma_E^2 \sum_{\alpha=1}^m \frac{1}{n_\alpha}$
m	x_{m1}^*	x_{m3}^*	\dots	x_{mj}^*	y_{m1}^*	$y_{m2}^* \dots y_{m n_m}^*$	\bar{y}_m^*		5. $\sigma_b = \sqrt{\frac{\sigma_p^2}{m^2}}$

в) Исключение влияния оцененных эффектов на выход с целью обнаружения следующих по значимости параметров. Выделив на первом этапе статистического анализа наиболее существенные параметры x_1, x_2, \dots, x_j и оценив их эффекты b'_1, b'_2, \dots, b'_j , следует исключить их влияние на выход с целью обнаружения следующих по значимости эффектов. Для этого, округлив эффекты до чисел с размерностью, равной размерности опытных данных,

преобразуют результаты наблюдений путем вычитания округленных величин b'_1, b'_2, \dots, b'_j соответственно из наблюдений y^0 , имеющих уровень (+) этих переменных $x_1(+), x_2(+), \dots, x_j(+)$. Иными словами, из каждого значения y^0 следует вычитать величину

$$y_{ii} = b'_1 \frac{x_{i1} + 1}{2} + b'_2 \frac{x_{i2} + 1}{2} + \dots + b'_j \frac{x_{ij} + 1}{2}, \quad (4)$$

где x_{ij} — величина, равная +1 или -1 [(+) или (-)], расположенная на пересечении j -го столбца и i -й строки матрицы планирования X .

Для ряда модифицированных данных $Y' = Y^0 - Y_1$ вновь строятся диаграммы рассеяния по основным эффектам (рис. 2) и повторяются все операции первого этапа статистического анализа. При обнаружении на этом этапе значимых эффектов (в нашем случае x_5)

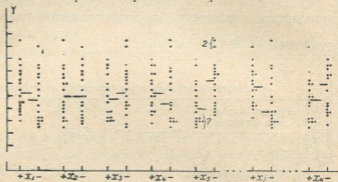


Рис. 2. Диаграмма рассеяния Y' для основных эффектов

их влияние вновь исключается путем вычитания из величин Y' величины $y_{i5} = b'_5 \frac{x_{i5} + 1}{2}$. Для модифицированных данных Y'' вновь строятся диаграммы рассеяния. Этот процесс повторяется до тех пор, пока не будут выделены все значимые основные эффекты.

г) Выделение и оценка эффектов взаимодействия. Найдя все значимые основные эффекты, следует проверить и эффекты

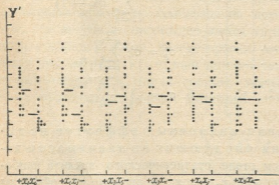


Рис. 3. Диаграмма рассеяния Y' для выбранных взаимодействий

взаимодействия первого порядка. Утомительного построения диаграмм рассеяния для всех взаимодействий первого порядка, число которых велико и для n факторов равно $\frac{1}{2} n(n-1)$, можно избежать путем предварительного визуального отбора тех параметров, которые могут дать большие взаимодействия по уже построенным диаграммам рассеяния для основных

взаимодействия первого порядка. Утомительного построения диаграмм рассеяния для всех взаимодействий первого порядка, число которых велико и для n факторов равно $\frac{1}{2} n(n-1)$, можно избежать путем предварительного визуального отбора тех параметров, которые могут дать большие взаимодействия по уже построенным диаграммам рассеяния для основных

эффектов. Больших взаимодействий можно ожидать для тех параметров, у которых заметна тенденция одного знака группироваться вверх или вниз гистограммы.

На рис. 2 предполагаются существенными взаимодействия $x_1 x_4$, $x_1 x_j$, $x_2 x_5$, $x_3 x_k$, $x_4 x_j$ и $x_5 x_k$. Для отобранных предполагаемых эффектов взаимодействия строятся диаграммы рассеяния аналогично диаграммам чистых эффектов (рис. 3). Следует заметить, что при рассортировке значений y_i к уровню (+) рассматриваемого взаимодействия относят те наблюдения y_i , которые соответствуют комбинациям одинаковых знаков в столбцах взаимодействующих параметров матрицы планирования X , а к уровню (—) — наблюдения, соответствующие разнозначным комбинациям (т. е. уровень (+) или (—) взаимодействия определяется знаком произведения знаков соответствующих двух столбцов).

Выделенные качественно эффекты взаимодействия оцениваются по формуле, аналогичной (2)

$$b'_{jk} = 2 \frac{\sum_{i=1}^m x_j x_k - \bar{y}_i}{m}, \quad (5)$$

а проверка их значимости осуществляется по табл. 3. Для выделения следующих по значимости эффектов взаимодействия из каждого значения $y_i^{(p-1)}$ следует вычесть величину

$$y_{pi} = b'_{jk} \frac{x_{i1} x_{ik} + 1}{2} \quad (6)$$

и т. д.

В процессе решения можно контролировать правильность выделения существенных факторов и взаимодействий путем визуального наблюдения за размахом колебаний Y^u . При правильном отборе существенных параметров и взаимодействий постепенно должен уменьшаться размах колебаний величин Y (рис. 4). Большой размах (большое значение остаточной дисперсии) признак того, что не выделены какой-нибудь важный параметр или взаимодействие. Выделение прекращают при малом размахе.

Так как анализ случайно сбалансированных планов сопровождается однообразными операциями сортировки (разнесения экспериментальных результатов по уровням), модификаций и др., желательнее для решения задачи применять электронные цифровые вычислительные машины. Применение вычислительных машин значительно увеличивает вероятность и скорость получения пра-

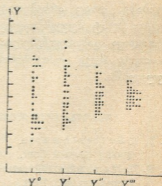


Рис. 4. График распределения величин Y на разных этапах решения задачи

вильного решения задачи. При этом экспериментаторов не должна отпугивать трудность составления программ, так как одной отлаженной стандартной программы решения вполне достаточно для решения большого класса задач.

Грузинский политехнический
 институт
 им. В. И. Ленина

(Поступило в редакцию 4.9.1965)

ავტომატიკა და ბიომედიცინა

ი. ზედგინიძე

რთული ტექნოლოგიური პროცესების არსებითი პარამეტრების
 გამოყოფის საკითხისათვის

რ ე ზ ი ძ ე

სტატია ეხება რთული ტექნოლოგიური პროცესების არსებითი პარამეტრების გამოყოფის საკითხს შემთხვევითი ბალანსის მეთოდით. მოცემულია შემთხვევითად ბალანსირებული ექსპერიმენტის აგების მეთოდოლოგია. ექსპერიმენტის შედეგების ანალიზისათვის გამოყენებულია გაბნევის დიაგრამების მეთოდი. მოყვანილია მარტივი კრიტერიუმი გაბნევის დიაგრამებიდან არსებითი პარამეტრების ვიზუალური გამოყოფისათვის და განხილულია გამოყოფილი პარამეტრების ეფექტების შეფასების მეთოდოლოგია. მოცემულია აგრეთვე ურთიერთქმედების ეფექტების გამოყოფის მეთოდოლოგია.

გამახვილებულია ყურადღება ამ ამოცანის მანქანური ამოხსნის მნიშვნელობაზე, რაც არსებითად ამცირებს ამოცანის გადაწყვეტის დროს და უფრო ზუსტ შედეგს იძლევა. არსებითი პარამეტრების გამოყოფის აღწერილი მეთოდოლოგია გამოსაყენებელია როგორც საწარმოო პროცესების ოპტიმიზაციისათვის, ასევე ქიმიკოსების, მეტალურგებისა და სხვათა ლაბორატორიულ კვლევებში.

დასოფიებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. F. E. Satterthwaite. New developments in experimental design. Proc. Rutgers Quality Control Conf., ASQC, 1956, 55—57.
2. В. В. Налимов. Применение математической статистики при анализе вещества. Физматгиз, М., 1960.
3. J. W. Tukey. A quick, compact, two-sample test to duckworth's specifications, Technometrics, February, 1959, 39.

Б. К. МЕБУКЕ

ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИОРИТЕТОВ В ОДНОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ПОТЕРЯМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 3.11.1966)

В настоящее время рассматривается большой круг задач, связанных с оптимальной организацией обслуживания. Найденные алгоритмы для некоторых частных случаев оптимального распределения приоритетов могут оказаться полезными при синтезе больших систем. Наша работа посвящена решению задачи наилучшей организации обслуживания в одноканальной системе массового обслуживания.

Рассмотрим работу одноканальной системы массового обслуживания с потерями. Пусть на обслуживающий прибор этой системы поступают n простейших потоков заявок с интенсивностями λ_i . Предположим также, что длительность обслуживания заявки из i -го потока — случайная величина, распределенная по показательному закону с параметром μ_i . Обслуженная заявка i -го потока имеет ценность α_i .

В работе [1] с целью оптимального функционирования вводится экономический критерий и задача ставится следующим образом: максимизировать в установившемся режиме суммарную ценность всех полностью обслуженных в единицу времени заявок, т. е. максимизировать выражение

$$S = \sum_{i=1}^n \alpha_i \lambda_i v_i, \quad (1)$$

где

v_i — вероятность полного обслуживания заявки из i -го потока.

Там же дается решение задачи в частном случае, когда $\alpha_i = \alpha = \text{const}$. Оказывается, что независимо от интенсивностей поступающих потоков право первоочередного обслуживания должно представляться той заявке, интенсивность обслуживания которой больше, т. е. нужно установить приоритеты потоков в таком порядке, чтобы $\mu_1 \cong \mu_2 \cong \mu_3 \cong \dots \cong \mu_n$.

Авторы работы [1] стандартным способом [2] вывели формулу вероятности полного обслуживания заявки из i -го потока:

$$v_i = \frac{1}{\rho_i} \cdot \frac{1}{v_i} \prod_{r=1}^i \frac{v_r}{v_r + 1}, \quad (2)$$

где

$$\rho_i = \frac{\lambda_i}{\mu_i}, \quad v_i = \frac{\Lambda_{i-1} + \mu_i}{\lambda_i}, \quad \Lambda_i = \sum_{r=1}^i \lambda_r, \quad \Lambda_0 = 0.$$

Приведем выражение (2) к более удобному для нас виду

$$v_i = \frac{\mu_i}{\Lambda_i + \mu_i} \prod_{r=1}^{i-1} \frac{\Lambda_{r-1} + \mu_r}{\Lambda_r + \mu_r}. \quad (3)$$

Отметим, что формула (2) была получена для одноканальной системы массового обслуживания с потерями в режиме привилегированного прерывания текущего обслуживания. Это значит, что если в какой-то момент времени обслуживается заявка с меньшим приоритетом и в этот момент на обслуживание поступает заявка с большим приоритетом, то текущее обслуживание прерывается в том смысле, что обслуживаемая заявка замещается вновь поступившей. Обычно принято потоку с большим приоритетом присваивать меньший номер, т. е. потоку с номером i дается приоритет перед потоком с номером j , если $i < j$.

Исследование функционирования системы в стационарном режиме имеет смысл, если такой режим существует. Как известно [3], необходимым и достаточным условием существования стационарного режима является соотношение

$$R_n < 1,$$

где

$$R_n = \sum_{i=1}^n \rho_i \quad \text{и} \quad \rho_i = \frac{\lambda_i}{\mu_i}.$$

В работе [4] авторы исследовали функционирование системы с приоритетами в случае неравноценных заявок и нашли необходимое условие оптимального распределения приоритетов, которое в некоторых частных случаях оказывается и достаточным.

Прежде чем перейти к отысканию решения поставленной в общем виде (1) задачи, введем некоторые обозначения.

Обозначим через $T_n I$ транспозицию в подстановке I следующего вида:

$$T_n I = T_n \left(1, 2, \dots, n-1, n \right) = \left(1, 2, \dots, n-1, n \right).$$

Через $S(I)$ и $S(T_n I)$ обозначим значения целевой функции (1) для последовательностей приоритетов, соответствующих подстановкам I и $T_n I$ соответственно.

Сформулируем и докажем следующую лемму:

Лемма. В одноканальной системе массового обслуживания с потерями в режиме привилегированного прерывания текущего обслуживания для любой подстановки I

$$S(I) \cong S(T_n I), \quad (4)$$

если

$$\frac{\alpha_{i_{n-1}} \mu_{i_{n-1}}}{\Lambda_n + \mu_{i_{n-1}}} \cong \frac{\alpha_{i_n} \mu_{i_n}}{\Lambda_n + \mu_{i_n}} \quad (5)$$

и обратно.

Доказательство. Предположим, что условие (4) соблюдается, и распишем его подробно:

$$\begin{aligned} S(I) &= \sum_{r=1}^{n-2} \alpha_{i_r} \lambda_{i_r} v_{i_r}(I) + \alpha_{i_{n-1}} \lambda_{i_{n-1}} v_{i_{n-1}}(I) + \alpha_{i_n} \lambda_{i_n} v_{i_n}(I) \cong \\ &\cong \sum_{r=1}^{n-2} \alpha_{i_r} \lambda_{i_r} v_{i_r}(T_n I) + \alpha_{i_n} \lambda_{i_n} v_{i_n}(T_n I) + \alpha_{i_{n-1}} \lambda_{i_{n-1}} v_{i_{n-1}}(T_n I) = S(T_n I). \end{aligned} \quad (6)$$

Учитывая, что $v_{i_r}(I) = v_{i_r}(T_n I)$ для всех $r \cong n-2$, из формулы (6) получаем

$$\begin{aligned} &\alpha_{i_{n-1}} \lambda_{i_{n-1}} v_{i_{n-1}}(I) + \alpha_{i_n} \lambda_{i_n} v_{i_n}(I) \cong \\ &\cong \alpha_{i_n} \lambda_{i_n} v_{i_n}(T_n I) + \alpha_{i_{n-1}} \lambda_{i_{n-1}} v_{i_{n-1}}(T_n I), \end{aligned} \quad (7)$$

где

$$\begin{aligned} v_{i_{n-1}}(I) &= \frac{\mu_{i_{n-1}}}{\Lambda_{n-1} + \mu_{i_{n-1}}} \cdot \frac{\mu_{i_1}}{\lambda_{i_1} + \mu_{i_1}} \cdot \frac{\lambda_{i_1} + \mu_{i_2}}{\Lambda_2 + \mu_{i_2}} \cdots \frac{\Lambda_{n-3} + \mu_{i_{n-2}}}{\Lambda_{n-2} + \mu_{i_{n-2}}}, \\ v_{i_n}(I) &= \frac{\mu_{i_n}}{\Lambda_n + \mu_{i_n}} \cdot \frac{\lambda_{i_1}}{\lambda_{i_1} + \mu_{i_1}} \cdot \frac{\lambda_{i_1} + \mu_{i_2}}{\Lambda_2 + \mu_{i_2}} \cdots \frac{\Lambda_{n-2} + \mu_{i_{n-1}}}{\Lambda_{n-1} + \mu_{i_{n-1}}}, \\ v_{i_{n-1}}(T_n I) &= \frac{\mu_{i_n}}{\Lambda_{n-2} + \lambda_{i_n} + \mu_{i_n}} \cdot \frac{\mu_{i_1}}{\lambda_{i_1} + \mu_{i_1}} \cdot \frac{\lambda_{i_1} + \mu_{i_2}}{\Lambda_2 + \mu_{i_2}} \cdots \frac{\Lambda_{n-3} + \mu_{i_{n-2}}}{\Lambda_{n-2} + \mu_{i_{n-2}}}, \\ v_{i_n}(T_n I) &= \frac{\mu_{i_{n-1}}}{\Lambda_n + \mu_{i_{n-1}}} \cdot \frac{\mu_{i_1}}{\lambda_{i_1} + \mu_{i_1}} \cdot \frac{\lambda_{i_1} + \mu_{i_2}}{\Lambda_2 + \mu_{i_2}} \cdots \frac{\Lambda_{n-2} + \mu_{i_n}}{\Lambda_{n-2} + \lambda_{i_n} + \mu_{i_n}}. \end{aligned}$$

Подставив эти выражения в (7) и сократив на общие множители, после некоторого преобразования получим соотношение

$$\frac{\alpha_{i_{n-1}} \mu_{i_{n-1}}}{\Lambda_n + \mu_{i_{n-1}}} \cdot \left[\frac{\lambda_{i_{n-1}} (\Lambda_n + \mu_{i_{n-1}})}{\Lambda_{n-1} + \mu_{i_{n-1}}} - \frac{\lambda_{i_{n-1}} (\Lambda_{n-2} + \mu_{i_n})}{\Lambda_{n-2} + \lambda_{i_n} + \mu_{i_n}} \right] \cong$$

$$\cong \frac{\alpha_{i_n} \mu_{i_n}}{\Lambda_n + \mu_{i_n}} \cdot \left[\frac{\lambda_{i_n} (\Lambda_n + \mu_{i_n})}{\Lambda_{n-2} + \lambda_{i_n} + \mu_{i_n}} - \frac{\lambda_{i_n} (\Lambda_{n-2} + \mu_{i_{n-1}})}{\Lambda_{n-1} + \mu_{i_{n-1}}} \right].$$

Сравнивая заключенные в большие скобки члены в левой и правой частях последнего соотношения, после несложных преобразований получаем, что они равны между собой и, следовательно,

$$\frac{\alpha_{i_{n-1}} \mu_{i_{n-1}}}{\Lambda_n + \mu_{i_{n-1}}} \cong \frac{\alpha_{i_n} \mu_{i_n}}{\Lambda_n + \mu_{i_n}},$$

что и следовало доказать.

Докажем теперь одну очень важную теорему:

Теорема. Если в оптимальной системе (в системе с оптимальным распределением приоритетов) поток i_n стоит на последнем месте, т. е. обладает наименьшим приоритетом, тогда

$$\frac{\alpha_{i_j} \mu_{i_j}}{\Lambda_n + \mu_{i_j}} \cong \frac{\alpha_{i_n} \mu_{i_n}}{\Lambda_n + \mu_{i_n}} \quad (j = \overline{1, n-1}). \quad (8)$$

Доказательство. Допустим, условие (8) не соблюдается для некоторого $j = k$, т. е.

$$\frac{\alpha_{i_n} \mu_{i_n}}{\Lambda_n + \mu_{i_n}} > \frac{\alpha_{i_k} \mu_{i_k}}{\Lambda_n + \mu_{i_k}}.$$

Тогда, в силу доказанной леммы, последовательность, где поток i_n предшествует потоку i_k , который в этой последовательности стоит на последнем месте, т. е. последовательность, где поток с номером n имеет больший приоритет, чем поток с номером k , лучше последовательности, где на последнем месте стоит поток i_n . Таким образом, существует последовательность лучше оптимальной последовательности, что, конечно, невозможно. Следовательно, для оптимальной последовательности соотношение (8) никогда не нарушается, что и доказывает теорему.

Доказав эту теорему, приходим к заключению, что в оптимальной системе на последнем месте должен стоять поток с минимальным

$$\frac{\alpha_{i_j} \mu_{i_j}}{\Lambda_n + \mu_{i_j}} \quad (j = \overline{1, n}).$$

Естественно полагать, что в оптимальной системе оптимальным образом распределены и остальные $(n-1)$ потоков. Поэтому, найдя по

условию (8) поток с наименьшим приоритетом (номер приоритета $j = \overline{n}$), из условия

$$\frac{\alpha_j \mu_j}{\Lambda_{n-1} + \mu_j} \cong \frac{\alpha_{i_{n-1}} \mu_{i_{n-1}}}{\Lambda_{n-1} + \mu_{i_{n-1}}} \quad (j = 1, (n-2)) \quad (9)$$

находим поток, номер приоритета которого равен $n-1$ и т. д.

После этого становится очевидным, что весь процесс отыскания оптимального распределения приоритетов состоит из $n-1$ этапов:

1. Из условия (8) находим поток с наименьшим приоритетом.
2. Из условия (9) находим поток, номер приоритета которого равен $n-1$ и т. д.
- $n-1$. Из условия

$$\frac{\alpha_{i_1} \mu_{i_1}}{\Lambda_2 + \mu_{i_1}} \cong \frac{\alpha_{i_2} \mu_{i_2}}{\Lambda_2 + \mu_{i_2}}$$

выбираем поток с номером приоритета $j = 2$.

Оставшемуся потоку приписываем номер 1.

При $\frac{\alpha_{i_j} \mu_{i_j}}{\Lambda_n + \mu_{i_j}} = K = \text{const} (i = \overline{1, n})$ на последнем месте с одина-

ковым успехом можно поставить любой поток, т. е. целевая функция принимает одно и то же значение для любой последовательности приоритетов. Проиллюстрируем доказательство этого утверждения для $n = 3$, так как для большего числа потоков математические выкладки становятся очень громоздкими. При $n = 3$ будем иметь всего шесть последовательностей. Напишем выражение целевой функции для этих последовательностей:

$$\begin{aligned} S_I &= \frac{\alpha_{i_1} \lambda_{i_1} \mu_{i_1}}{\lambda_{i_1} + \mu_{i_1}} + \frac{\alpha_{i_2} \lambda_{i_2} \mu_{i_2}}{\lambda_{i_1} + \lambda_{i_2} + \mu_{i_2}} \cdot \frac{\mu_{i_1}}{\lambda_{i_1} + \mu_{i_1}} + \\ &+ \frac{\alpha_{i_3} \lambda_{i_3} \mu_{i_3}}{\lambda_{i_1} + \lambda_{i_2} + \lambda_{i_3} + \mu_{i_3}} \cdot \frac{\mu_{i_1}}{\lambda_{i_1} + \mu_{i_1}} \cdot \frac{\lambda_{i_1} + \mu_{i_2}}{\lambda_{i_1} + \lambda_{i_2} + \mu_{i_2}}, \\ S_{II} &= \frac{\alpha_{i_1} \lambda_{i_1} \mu_{i_1}}{\lambda_{i_1} + \mu_{i_1}} + \frac{\alpha_{i_3} \lambda_{i_3} \mu_{i_3}}{\lambda_{i_1} + \lambda_{i_3} + \mu_{i_3}} \cdot \frac{\mu_{i_1}}{\lambda_{i_1} + \mu_{i_1}} + \\ &+ \frac{\alpha_{i_2} \lambda_{i_2} \mu_{i_2}}{\lambda_{i_1} + \lambda_{i_3} + \lambda_{i_2} + \mu_{i_2}} \cdot \frac{\mu_{i_1}}{\lambda_{i_1} + \mu_{i_1}} \cdot \frac{\lambda_{i_1} + \mu_{i_2}}{\lambda_{i_1} + \lambda_{i_3} + \mu_{i_2}}, \\ S_{III} &= \frac{\alpha_{i_2} \lambda_{i_2} \mu_{i_2}}{\lambda_{i_2} + \mu_{i_2}} + \frac{\alpha_{i_1} \lambda_{i_1} \mu_{i_1}}{\lambda_{i_2} + \lambda_{i_1} + \mu_{i_1}} \cdot \frac{\mu_{i_2}}{\lambda_{i_2} + \mu_{i_2}} + \\ &+ \frac{\alpha_{i_3} \lambda_{i_3} \mu_{i_3}}{\lambda_{i_2} + \lambda_{i_1} + \lambda_{i_3} + \mu_{i_3}} \cdot \frac{\mu_{i_2}}{\lambda_{i_2} + \mu_{i_2}} \cdot \frac{\lambda_{i_2} + \mu_{i_1}}{\lambda_{i_2} + \lambda_{i_1} + \mu_{i_1}}, \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 S_{IV} &= \frac{\alpha_{i_2} \lambda_{i_2} \mu_{i_2}}{\lambda_{i_2} + \mu_{i_2}} + \frac{\alpha_{i_2} \lambda_{i_2} \mu_{i_2}}{\lambda_{i_2} + \lambda_{i_2} + \mu_{i_2}} \cdot \frac{\mu_{i_2}}{\lambda_{i_2} + \mu_{i_2}} + \\
 &+ \frac{\alpha_{i_1} \lambda_{i_1} \mu_{i_1}}{\lambda_{i_2} + \lambda_{i_2} + \lambda_{i_1} + \mu_{i_1}} \cdot \frac{\mu_{i_2}}{\lambda_{i_2} + \mu_{i_2}} \cdot \frac{\lambda_{i_2} + \mu_{i_2}}{\lambda_{i_2} + \lambda_{i_2} + \mu_{i_2}}, \\
 S_V &= \frac{\alpha_{i_2} \lambda_{i_2} \mu_{i_2}}{\lambda_{i_2} + \mu_{i_2}} + \frac{\alpha_{i_1} \lambda_{i_1} \mu_{i_1}}{\lambda_{i_2} + \lambda_{i_1} + \mu_{i_1}} \cdot \frac{\mu_{i_2}}{\lambda_{i_2} + \mu_{i_2}} + \\
 &+ \frac{\alpha_{i_2} \lambda_{i_2} \mu_{i_2}}{\lambda_{i_2} + \lambda_{i_1} + \lambda_{i_2} + \mu_{i_2}} \cdot \frac{\mu_{i_2}}{\lambda_{i_2} + \mu_{i_2}} \cdot \frac{\lambda_{i_2} + \mu_{i_1}}{\lambda_{i_2} + \lambda_{i_1} + \mu_{i_1}}, \\
 S_{VI} &= \frac{\alpha_{i_2} \lambda_{i_2} \mu_{i_2}}{\lambda_{i_2} + \mu_{i_2}} + \frac{\alpha_{i_2} \lambda_{i_2} \mu_{i_2}}{\lambda_{i_2} + \lambda_{i_2} + \mu_{i_2}} \cdot \frac{\mu_{i_2}}{\lambda_{i_2} + \mu_{i_2}} + \\
 &+ \frac{\alpha_{i_1} \lambda_{i_1} \mu_{i_1}}{\lambda_{i_2} + \lambda_{i_1} + \lambda_{i_2} + \mu_{i_1}} \cdot \frac{\mu_{i_2}}{\lambda_{i_2} + \mu_{i_2}} \cdot \frac{\lambda_{i_2} + \mu_{i_2}}{\lambda_{i_2} + \lambda_{i_2} + \mu_{i_2}}.
 \end{aligned}$$

В силу доказанной леммы, $S_I = S_{II}$, $S_{III} = S_{IV}$ и $S_V = S_{VI}$. Докажем теперь, что $S_I = S_{III} = S_{VI}$, и наше утверждение будет доказано. Перепишем выражения S_I , S_{III} и S_{VI} в следующей форме:

$$\begin{aligned}
 S_I &= K \cdot \left[\frac{(\lambda_{i_1} + \lambda_{i_2} + \lambda_{i_3} + \mu_{i_1}) \cdot \lambda_{i_1}}{\lambda_{i_1} + \mu_{i_1}} + \right. \\
 &+ \left. \frac{(\lambda_{i_1} + \lambda_{i_2} + \lambda_{i_3} + \mu_{i_2}) \cdot \lambda_{i_2} \cdot \mu_{i_1}}{(\lambda_{i_1} + \lambda_{i_2} + \mu_{i_2})(\lambda_{i_1} + \mu_{i_1})} + \frac{\lambda_{i_2} \cdot \mu_{i_1} (\lambda_{i_1} + \mu_{i_2})}{(\lambda_{i_1} + \mu_{i_1})(\lambda_{i_1} + \lambda_{i_2} + \mu_{i_2})} \right], \\
 S_{III} &= K \cdot \left[\frac{(\lambda_{i_1} + \lambda_{i_2} + \lambda_{i_3} + \mu_{i_2}) \lambda_{i_2}}{\lambda_{i_2} + \mu_{i_2}} + \right. \\
 &+ \left. \frac{(\lambda_{i_1} + \lambda_{i_2} + \lambda_{i_3} + \mu_{i_1}) \lambda_{i_1} \mu_{i_2}}{(\lambda_{i_2} + \lambda_{i_1} + \mu_{i_1})(\lambda_{i_2} + \mu_{i_2})} + \frac{\lambda_{i_3} \mu_{i_1} (\lambda_{i_2} + \mu_{i_1})}{(\lambda_{i_2} + \mu_{i_2})(\lambda_{i_2} + \lambda_{i_1} + \mu_{i_1})} \right], \\
 S_{VI} &= K \left[\frac{(\lambda_{i_1} + \lambda_{i_2} + \lambda_{i_3} + \mu_{i_2}) \lambda_{i_2}}{\lambda_{i_2} + \mu_{i_2}} + \right. \\
 &+ \left. \frac{(\lambda_{i_1} + \lambda_{i_2} + \lambda_{i_3} + \mu_{i_2}) \lambda_{i_2} \mu_{i_2}}{(\lambda_{i_2} + \lambda_{i_2} + \mu_{i_2})(\lambda_{i_2} + \mu_{i_2})} + \frac{\lambda_{i_2} \mu_{i_2} (\lambda_{i_2} + \mu_{i_2})}{(\lambda_{i_2} + \mu_{i_2})(\lambda_{i_2} + \lambda_{i_2} + \mu_{i_2})} \right],
 \end{aligned}$$

где

$$K = \frac{\alpha_{ij} \mu_{ij}}{\Lambda_2 + \mu_{ij}} = \text{const} \quad (j = 1, 2, 3), \quad \Lambda_3 = \lambda_{i_1} + \lambda_{i_2} + \lambda_{i_3}.$$

После несложных, но громоздких преобразований становится очевидным, что имеет место равенство

$$\begin{aligned} & \left[\frac{(\Lambda_3 + \mu_{i_1}) \lambda_{i_1}}{\lambda_{i_1} + \mu_{i_1}} + \frac{(\Lambda_3 + \mu_{i_2}) \lambda_{i_2} \mu_{i_1}}{(\lambda_{i_1} + \lambda_{i_2} + \mu_{i_2}) \cdot (\lambda_{i_1} + \mu_{i_1})} + \right. \\ & \left. + \frac{\lambda_{i_2} \mu_{i_1} (\lambda_{i_1} + \mu_{i_2})}{(\lambda_{i_1} + \mu_{i_1}) \cdot (\lambda_{i_1} + \lambda_{i_2} + \mu_{i_2})} \right] = \left[\frac{(\Lambda_3 + \mu_{i_2}) \lambda_{i_2}}{\lambda_{i_2} + \mu_{i_2}} + \right. \\ & \left. + \frac{(\Lambda_3 + \mu_{i_1}) \lambda_{i_1} \mu_{i_2}}{(\lambda_{i_2} + \lambda_{i_1} + \mu_{i_1}) \cdot (\lambda_{i_2} + \mu_{i_2})} + \frac{\lambda_{i_2} \mu_{i_2} (\lambda_{i_2} + \mu_{i_1})}{(\lambda_{i_2} + \mu_{i_2}) \cdot (\lambda_{i_2} + \lambda_{i_1} + \mu_{i_1})} \right] = \\ & = \left[\frac{(\Lambda_3 + \mu_{i_2}) \lambda_{i_2}}{\lambda_{i_2} + \mu_{i_2}} + \frac{(\Lambda_3 + \mu_{i_2}) \lambda_{i_2} \mu_{i_2}}{(\lambda_{i_2} + \mu_{i_2} + \mu_{i_2}) \cdot (\lambda_{i_2} + \mu_{i_2})} + \right. \\ & \left. + \frac{\lambda_{i_2} \mu_{i_2} (\lambda_{i_2} + \mu_{i_2})}{(\lambda_{i_2} + \lambda_{i_2} + \mu_{i_2}) (\lambda_{i_2} + \mu_{i_2})} \right], \end{aligned}$$

чем и доказывается наше утверждение.

В частных случаях найденные нами условия сливаются в единое условие более простого вида.

1. При $n = 2$ это условие запишется в виде

$$\frac{\alpha_{i_1} \mu_{i_1}}{\Lambda_2 + \mu_{i_1}} \cong \frac{\alpha_{i_2} \mu_{i_2}}{\Lambda_2 + \mu_{i_2}} \quad (10)$$

2. При $\mu_i = \mu$ ($i = \overline{1, n}$) из условия (8)

$$\alpha_{i_j} \cong \alpha_{i_n} \quad (j = \overline{1, n-1}).$$

Далее, из условия (9)

$$\alpha_{i_j} \cong \alpha_{i_{n-1}} \quad (j = \overline{1, n-2})$$

и т. д.

В общем

$$\alpha_{i_{k-1}} \cong \alpha_{i_k} \quad (k = \overline{1, n}). \quad (11)$$

3. В случае, когда $\alpha_i = \alpha$ ($i = \overline{1, n}$), из условия (8) получаем, что

$$\mu_{i_j} \cong \mu_{i_n} \quad (j = \overline{1, n-1}).$$

Условие (9) дает, что

$$\mu_{i_j} \cong \mu_{i_{n-1}} \quad (j = \overline{1, n-2})$$

и т. д.

В общем при $\alpha_i = \alpha$ условие оптимальности имеет вид

$$\mu_{i_{k-1}} \cong \mu_{i_k} \quad (k = \overline{1, n}). \quad (12)$$

4. При $\alpha_i = \frac{c}{\mu_i}$ ($i = \overline{1, n}$) из условия (8)

$$\mu_j \cong \mu_n \quad (j = \overline{1, n-1}),$$

из условия (9)

$$\mu_j \cong \mu_{n-1} \quad (j = \overline{1, n-2}),$$

и т. д.

Следовательно,

$$\mu_{k-1} \cong \mu_k \quad (k = \overline{1, n}). \quad (13)$$

Отметим, что такие частные результаты ранее были получены в работе [4].

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило в редакцию 3-11.1966)

ავტომატიზაცია და ტელემედიცინა

ბ. მებუკე

მასობრივი მომსახურების ერთარხიან სისტემაში
პრიორიტეტების ოპტიმალური განაწილების ამოცანა

რ ე ზ ი უ მ ე

სტატიაში განხილულია მასობრივი მომსახურების ერთარხიან სისტემაში პრიორიტეტების განაწილების ოპტიმალური ვარიანტის დადგენის საკითხი სისტემის მუშაობის დროს პრივილეგირებული მომსახურების რეჟიმში. სისტემის ხელსაწყოზე მიეწოდება n რაოდენობის შემთხვევითი ნაკადი პუასონის ტიპისა. იგულისხმება, რომ ამ ნაკადებიდან მოსულ მოთხოვნათა მომსახურების დრო წარმოადგენს შემთხვევით სიდიდეს, განაწილებულს მაჩვენებლიანი კანონის მიხედვით. მომსახურებულ მოთხოვნას i -ური ნაკადიდან აქვს ღირებულება α_i .

სტატიაში ნაჩვენებია სხვადასხვა ნაკადების მომსახურების ისეთი თანმიმდევრობა, რომლის დროსაც დამყარებულ რეჟიმში ყველა მომსახურებული მოთხოვნის ჯამური ღირებულება მაქსიმალურია.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. О. И. Бронштейн, А. Л. Райкин, В. В. Рыков. Об однолинейной системе массового обслуживания с потерями. Изв. АН СССР, сер. „Техническая кибернетика“, № 4, 1965.
2. А. Я. Хинчин. Работы по математической теории массового обслуживания. Физматгиз, 1963.
3. D. R. Cox, W. L. Smith. Queues, Methuen. London, 1961.
4. О. И. Бронштейн, В. В. Рыков. Об оптимальных приоритетах в системах массового обслуживания. Изв. АН СССР, сер. „Техническая кибернетика“ № 6, 1965.

Р. И. ПИКОВСКАЯ, М. М. ДЖИНЧВЕЛАШВИЛИ

ОБ АССОЦИАЦИИ НИТРИФИЦИРУЮЩИХ И ДЕНИТРИФИЦИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ НА СРЕДЕ ВИНОГРАДСКОГО

(Представлено академиком М. Н. Сабашвили 27.10.1966)

Известно, что нитрифицирующим бактериям на среде Виноградского сопутствуют гетеротрофные микроорганизмы. Однако их группы и виды, как и характер взаимосвязи с нитрифицирующими бактериями, мало изучены. Неясен механизм действия сопутствующих нитрификаторов. Некоторые авторы отмечают лишь положительное влияние спутников на процессы нитрификации.

В одной из своих работ Е. Л. Рубан [1] указывает, что в культурах нитрифицирующих бактерий содержатся спутники, повышающие активность нитрификации. В другой ее работе [2] отмечено, что накопительные культуры нитрификаторов представляют вполне установившийся комплекс микроорганизмов, но роль симбионтов не выяснена.

Такое же мнение высказано в работах [3, 4].

На большую активность накопительных культур, по сравнению с чистыми культурами *Nitrosomonas*, указывает также О. М. Ульянова [5, 6].

В свете вышесказанного заслуживает внимания исключительное постоянство содержания денитрифицирующих бактерий в накопительных культурах нитрифицирующих бактерий, установленное нами, на среде Виноградского I и II фаз.

Поводом для настоящих исследований послужили факты исчезновения нитратов и нитритов в культурах нитрифицирующих бактерий, выявленные нами на среде Виноградского I и II фаз при длительном наблюдении в них динамики нитрификации. Такие случаи имели место после полного окисления в среде аммонийных и нитритных соединений. Так, в трех колбах (№ 578, 600 и 444) со средой Виноградского для нитрифицирующих бактерий I фазы, засеянных разными почвами, через 20—30 дней было обнаружено значительное количество нитритов и нитратов (реактивом Грисса и дифениламинол), но через 33—54 дня они исчезли. Это навело нас на мысль о том, что исчезновение в культурах продуктов нитрификации связано с восстановлением этих соединений содержащимися в среде денитрифицирующими бактериями. Отмеченное подтвердилось при высеве содержимого колб с культурами нитрификаторов на среду для денитрифицирующих бактерий (Гильтая). Денитрификаторы отличались различной восстановительной способностью: у одних обильное газообразование и полное восстановление нитратов обнаруживали на 3-й день, у других—на 7—10-й день, при хорошо выраженной нитритной форме — на 2—3-й день.



После этого глубинным и поверхностным посевом на агаризованную среду Гильтая мы получили чистые культуры денитрифицирующих бактерий. Далее восстановительная способность выделенных денитрификаторов была испытана на культурах нитрифицирующих бактерий. Предварительно накопительные культуры нитрифицирующих бактерий выдерживались до полного окисления аммонийных соединений в нитраты. Качественные исследования показали, что через 7—14 дней после прибавления к этим культурам денитрификаторов нитраты полностью или частично восстанавливались до нитритов и свободного азота.

Наблюдались и случаи обратного перехода нитритов в нитраты. На этом основании мы сделали вывод, что в ассоциативных культурах нитрифицирующих и денитрифицирующих бактерий окисление и восстановление азота могут чередоваться и в зависимости от условий среды может превалировать тот или другой процесс.

Массовое выделение денитрификаторов проводилось из первичных посевов нитрифицирующих бактерий, содержащих от 10^{-2} до 10^{-3} мг/мл почвы, а также из накопительных культур, в которых концентрация почвы составляла 5×10^{-4} — 5×10^{-5} мг/мл. Этим исключается возможность случайного загрязнения первичных посевов культур нитрификаторов денитрифицирующими бактериями и использования последними почвенной суспензии в качестве органического вещества. В результате мы на большом материале получили абсолютное подтверждение фактов симбиоза денитрифицирующих и нитрифицирующих бактерий. Особый интерес представляют данные о нитрификации и выделении денитрификаторов из среды Виноградского I фазы.

Приводим две серии опытов.

Первая серия касается обнаружения денитрифицирующих бактерий в культурах нитрификаторов при посеве на среде Виноградского I и II фаз черноземной почвы Сартчала, перегнойно-карбонатной почвы Кицхи, красноземов Сихисдзири и Махинджаури. Концентрация почвы в посевах составляла 5×10^{-2} — 5×10^{-3} мг/мл. Количественное определение методом фотоколориметрирования в среде Гильтая (контроль) показало 0,22 мг/мл нитратного азота, в культурах же денитрификаторов, выделенных из колб с нитрифицирующими бактериями,—полное отсутствие нитратного азота.

Нитрификация шла хорошо, и денитрифицирующие бактерии неизменно обнаруживались в пересевах культур нитрификаторов этого опыта, несмотря на то что концентрация почвенной суспензии резко убывала. Во второй генерации содержалось 5×10^{-7} — 5×10^{-8} мг/мл почвы.

Изложенное показывает, что денитрификаторы обнаруживаются в накопительных культурах нитрифицирующих бактерий при весьма малых концентрациях почвы и, естественно, еще меньших концентрациях органического вещества.

Через 60 дней количество нитритного азота в контрольной среде этого опыта составило 0,0015 мг/мл, в культурах же с нитрификаторами и денитрификаторами (в 14 ассоциативных культурах, содержавших 5×10^{-2} мг/мл почвы) — в среднем 0,127 мг/мл.

Образование нитратов в культурах на среде Виноградского II фазы шло значительно слабее, но и из них выделялись денитрифицирующие бактерии. При концентрации почвы 5×10^{-2} мг/мл через 60 дней

в девяти ассоциативных культурах содержалось в среднем по 0,02 мг/мл, в контрольной среде — 0,013 мг нитратного азота. Обнаружение нитритов и нитратов в контролях соответствующих сред (I и II фаз), по-видимому, связано с содержанием их в каких-то компонентах этих сред.

В накопительных культурах этой серии опытов при концентрации почвы 10^{-7} — 10^{-8} мг/мл нитрификация шла слабее, что отвечает литературным данным о том, что по мере очистки накопительных культур нитрификаторов их нитрифицирующая способность снижается. Тем не менее и из этих культур выделялись денитрифицирующие бактерии, но значительная часть из них восстанавливала нитраты только до нитритов.

Вторая серия опытов была проведена с более активными нитрификаторами, выделенными из полевых опытов красноземных почв Цихидзири и Махинджаури. Через 2 недели в 12 колбах при разведении 10^{-3} — 10^{-4} были обнаружены большие количества нитритов. Из этих же колб в 11 случаях были выделены денитрификаторы, которые в девяти случаях восстанавливали нитраты до нитритов, а в двух случаях — до газообразного азота. Определение нитритов в культурах нитрифицирующих бактерий этой серии на среде Виноградского I фазы через 15 дней в среднем показало 0,115 мг/мл нитритного азота при полном отсутствии его в контрольной среде. В одном случае нитриты полностью перешли в нитратную форму.

Положительные результаты показали и накопительные культуры нитрификаторов этого опыта, концентрация почвы которых составляла 5×10^{-7} — 5×10^{-8} мг/мл. В них было обнаружено до 0,136 мг/мл нитритного азота при 0,00075 мг/мл в контрольной среде. Из этих колб были выделены также денитрификаторы с высокими восстановительными свойствами.

Следует отметить, что в данном опыте, как и в предыдущих, было установлено, что на среде Виноградского II фазы нитрификация проходит значительно слабее. Здесь гораздо реже удается наблюдать переход нитритов в нитраты. При определении нитратов на среде Виноградского I фазы в 17 культурах было обнаружено от 0,003 до 0,18 мг/мл нитратного азота при полном отсутствии его в контроле, что же касается среды II фазы, то количество выявленного нитратного азота в культурах только незначительно превышало содержание его в контроле (в культурах от 0,017 до 0,030 мг/мл, в контроле 0,013). Это позволяет предположить, что нитрозные бактерии выделяют вещества, стимулирующие активность нитратных бактерий. А исходя из изложенного можно считать, что в ассоциации трех разных групп микроорганизмов — нитритных, нитратных и денитрифицирующих — лучше осуществляется функция каждой группы, чем представителей этих групп в отдельности.

Возвращаемся к вопросу о содержании в культурах нитрифицирующих бактерий денитрификаторов. Из вышеприведенных данных видно, что эти микроорганизмы хорошо развиваются в средах, содержащих очень малые количества почвы (5×10^{-7} — 5×10^{-8} мг/мл), что свидетельствует об их высокой адаптивных свойствах к олигокарбофильным условиям среды.

Нами установлено, что сравнительно низким содержанием органического углерода отличается и среда для денитрификаторов (Гильтая), что будет показано ниже. Поэтому неудивительно, что денитрифика-

торы выделяются из сред с очень небольшим содержанием органических веществ.

Определение по методу Тюрина органического углерода в среде Виноградского для нитрифицирующих бактерий I фазы в среднем показало 0,021%. С развитием в среде нитрификаторов и их спутников, выделенных из почвы, это количество возросло в среднем до 0,097%. Понятно, что это не могло произойти за счет почвы, концентрация которой даже в первичных посевах нитрификаторов составляла 5×10^{-2} — 5×10^{-3} мг/мл, т. е. 0,005—0,0005% по отношению к среде. Здесь может идти речь только об органическом веществе, связанном с биомассой нитрификаторов и их спутников. Небольшое количество органического углерода в контрольных колбах (0,021%) объясняется, по-видимому, содержанием его в компонентах среды (см. таблицу).

Определение органического углерода методом Тюрина*

№	Культуры	Количество бихромата калия, мл	Количество соли Мора, мл	Содержание ор- ганического уг- лерода в жид- кой среде, %	
С р е д ы	Виноградского для нитрифицирую- щих бактерий I фазы	10	20,6	0,021	
	Гильята с аспарагином	10	20,0	0,063	
	Гильята с культурой денитрифика- торов без аспарагина	10	20,5	0,028	
	"	10	20,5	0,028	
	"	10	20,4	0,035	
	М П Б	10	16,0	0,344	
	"	10	15,7	0,365	
	"	10	16,0	0,344	
	1	Нитрификаторы из серо-коричневой почвы Крцаниси в разведении 10^{-2}	10	20,4	0,035
	2	"	10	19,8	0,077
3	"	10	18,2	0,190	
4	"	10	19,0	0,133	
5	"	10	18,4	0,166	
6	Нитрификаторы из серо-коричневой почвы Крцаниси в разведении 10^{-4}	10	19,2	0,129	
7	"	10	20,4	0,035	
8	Нитрификаторы из красной Ци- хисдзири в разведении 10^{-6}	10	20,5	0,028	
9	"	10	19,8	0,077	
10	"	10	18,6	0,162	
11	Нитрификаторы из слабо оподзолен- ной почвы Аджамети в разведе- нии 10^{-2}	10	19,2	0,130	
12	"	10	19,4	0,105	
13	Нитрификаторы из чернозема Сар- тичала в разведении 10^{-2}	10	19,0	0,133	
14	"	10	18,6	0,161	
15	"	10	19,6	0,091	
16	То же в разведении 10^{-4}	10	19,6	0,091	
17	"	10	20,2	0,050	
18	"	10	20,4	0,035	
19	"	10	20,0	0,063	
20	"	10	20,2	0,049	

* $K_2Cr_2O_7$, 0,418 н, соль Мора 0,2002 н, поправочный коэффициент 1,17.

Из приведенных в таблице данных видно, что в сравнении с контрольной средой Виноградского для нитрифицирующих бактерий I фазы среда для денитрификаторов (Гильтая) с аспарагином содержит не намного больше органического вещества (в среднем 0,063%), т. е. приблизительно в 1,5 раза меньше, чем накопительные культуры нитрификаторов (в среднем 0,097%). Еще меньше органического углерода содержит среда Гильтая без аспарагина, в последнее время широко применяемая при массовом выделении денитрификаторов. По нашим данным, в этой среде с культурами денитрификаторов содержится в среднем 0,031% органического углерода, т. е. на 0,01% больше, чем в среде для нитрификаторов.

Вместе с тем, нашими опытами установлено, что денитрификаторы интенсивнее всего развиваются на МПБ, содержащем в среднем 0,344% органического углерода. Это свидетельствует о значительной вариабельности их к различным концентрациям органического вещества. Отсюда вывод, что выделяемые из культур нитрификаторов денитрифакторы — гетеротрофные микроорганизмы, легко адаптирующиеся к олигокарбофильным условиям на искусственных и, надо полагать, природных средах. Этим опровергаются существующие представления о развитии денитрифицирующих бактерий только на средах со значительным содержанием органического вещества.

В результате всех проведенных исследований можно считать установленным явление стойкого симбиоза между нитрифицирующими и денитрифицирующими бактериями, в котором основную роль играют адаптивные свойства денитрификаторов к олигокарбофильным условиям.

Что касается характера взаимосвязи между указанными микроорганизмами, то в отношении денитрификаторов он может быть сведен к следующему:

1. В среде для нитрификаторов содержится достаточное для олигокарбофильных микроорганизмов количество органического вещества, представляющего биомассу некоторых непостоянных спутников нитрифицирующих бактерий. С уменьшением этих спутников уменьшается и количество денитрификаторов. Клетки *Nitrosomonas* денитрифицирующими бактериями, вероятно, не затрагиваются, так как это противоречило бы симбиозу бактерий, развитие которых во всех наших опытах коррелировало.

2. Нитрификаторами продуцируются нитритные и нитратные формы азота, важные для проявления восстановительной функции денитрификаторов.

Но каково значение симбиоза для нитрифицирующих бактерий? С. Н. Виноградский [7] считает его одной из причин положительного действия спутников на нитрификационный процесс, указывая при этом на полезное действие микробов, использующих органическое вещество среды. То же можно сказать и о действии денитрификаторов.

Однако основной положительной ролью этих микроорганизмов, по-видимому, является влияние их на rN_2 накопительных культур нитрификаторов.

Влияние денитрификаторов на рН и окислительно-восстановительный потенциал мы изучали при культивировании этих микроорганизмов в среде Гильтая и в жидкой накопительной среде Виноградского



для нитрифицирующих бактерий I фазы, в которой полностью прошло окисление аммиака до нитратов.

Результаты опыта на среде Гильтая показали повышение рН под влиянием денитрификаторов: в одном опыте — от 6,4 до 7,0—7,8, в другом — от 7,1 до 7,5—7,8. Ен в первом опыте снизился с 505 до 430—300 мв. В итоге окислительно-восстановительное состояние среды (rH_2) мало изменилось. Так, в одном опыте в контрольной среде rH_2 составлял 30,2, в культуральных жидкостях—25,7—30,4; в другом же опыте rH_2 уменьшился не более чем на 3,0, по сравнению с контролем.

Повышение денитрификаторами рН и, следовательно rH_2 , естественно, не безразлично для жизнедеятельности нитрификаторов, оптимум развития которых протекает при нейтральном или слабощелочном рН и высоко окислительно-восстановительном потенциале. Снижение Ен среды является результатом развития почти всех аэробных микроорганизмов, и, следовательно, повышение денитрификаторами рН, несмотря на снижение в культурах Ен, сглаживает изменение индекса аэробности.

Повышение рН денитрификаторами было обнаружено и в ассоциативных культурах последних с нитрификаторами, в то время как в чистых и накопительных культурах нитрификаторов рН по мере развития нитрификационного процесса резко снижался. Доказательством этого могут служить результаты измерения рН в восьми накопительных культурах нитрифицирующих бактерий на среде Виноградского I фазы после месячной инкубации, в которых рН в контроле снизился с 7,3 до 5,8—6,9. В связи с этим уместно отметить, что на резкое снижение рН (от 7,0—7,5 до 6,0—5,5) в процессе выращивания нитритных бактерий указывают в своей работе А. Б. Лозинова и В. А. Ермаченко [8].

Другая картина была выявлена при культивировании ассоциативных культур нитрификаторов и денитрификаторов на среде Виноградского I фазы. В этом опыте денитрификаторы были прибавлены к накопительным культурам нитрифицирующих бактерий в момент полного завершения II фазы нитрификации. В результате после восстановления нитратов рН в большей части культур почти не снизился (7,4 в контроле, 7,1—7,5 в культурах). Мало изменился и Ен среды (520 мв в контроле, 490—520 мв в культурах). В результате индекс аэробности остался в пределах контроля (32,7 в контроле, 31,5—32,7 в культурах).

В заключение следует отметить, что нашими исследованиями в известной мере подтверждаются данные ряда авторов, отвергающих отрицательную роль денитрификаторов в жизни почвы, внося в то же время ясность в механизм влияния этих микроорганизмов на баланс нитратов.

При идентификации 10 культур денитрификаторов, выделенных из культур нитрифицирующих бактерий I и II фаз, установлено отношение их к шести видам рода *Achromobacter*, к двум пигментным видам *Flavobacterium diffusum*, *Bact. serratia marcescens* и к одной кокковой форме *Micrococcus nitrificans*. Все культуры—щелочеобразователи, они восстанавливают нитраты до нитритов и азота.

Выводы

Нитрифицирующим бактериям на среде Виноградского I и II фаз почты всегда сопутствуют денитрификаторы. Ассоциация этих культур носит стойкий характер независимо от количества органического вещества.

Исследованиями установлено, что нитрификация и денитрификация неотделимы и представляют трехстадийный процесс: окисление аммиака в нитриты, нитритов в нитраты и восстановление последних.

Денитрифицирующие бактерии — гетеротрофы, переменные к разным количествам органического вещества и легко адаптирующиеся к олигокарбофильным условиям.

Положительная роль сопутствующих нитрификаторам денитрифицирующих бактерий скорее всего связаны с повышением ими рН и rH_2 среды. Имеет значение и использование денитрифицирующими бактериями органических веществ в культурах нитрификаторов.

Институт почвоведения, агрохимии и мелиорации
Грузинской ССР

(Поступило в редакцию 27.10.1966)

ნადაგმომცემობა

რ. ჰიკოვსკაია, მ. ჯინაძე-ლაშვილი

მინოგრადსკის არეზე ნიტროფიკაციისა და დენიტროფიკაციის
ბაქტერიების ასოციაციის შესახებ

რ ე ზ ი მ ე

ვინოგრადსკის არეზე I და II ფაზის ნიტროფიკაციის ბაქტერიებს თითქმის ყოველთვის თან ახლავს დენიტროფიკატორები. ამ კულტურების ასოციაცია ატარებს მდგრად ხასიათს ორგანული ნივთიერების რაოდენობის დამოუკიდებლად.

გამოკვლევით დადგენილია, რომ ნიტროფიკაცია და დენიტროფიკაცია განუყოფელია და წარმოადგენს სამფაზიან პროცესს: ამიაკის დაქანგვა ნიტრიტულ აზოტამდე, ნიტრიტისა — ნიტრატულ აზოტამდე და აღნიშნული აზოტის ქანგეულების აღდგენა. დენიტროფიკაციის ბაქტერიები — ჰეტეროტროფულია, ვარიაბილური არიან სხვადასხვა რაოდენობის ორგანული ნივთიერების მიმართ და ადვილად ეგუებიან ოლიგოკარბოფილურ პირობებს.

ნიტროფიკაციის ბაქტერიების თანამგზავრების დენიტროფიკატორების დადებითი როლი შესაძლებელია დაკავშირებულია ამ უკანასკნელის გავლენა საკვები არის pH-სა და rH_2 -ზე. მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე დენიტროფიკატორების მიერ ორგანული ნივთიერების გამოყენებას ნიტროფიკაციის ბაქტერიების კულტურებში.

დავითობის ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Е. Л. Рубан. О проверке чистоты культур *Nitrosomonas*. Микробиология, вып. I, 1955.
2. Е. Л. Рубан. Физиология и биохимия нитрифицирующих микроорганизмов. Микробиология, вып. 6, 1956.
3. А. А. Имшенецкий и Е. Л. Рубан. Получение чистых культур *Nitrosomonas*. Микробиология, вып. 4, 1953.
4. А. А. Имшенецкий. О микробактериях, принятых за нитрифицирующие бактерии. Микробиология, вып. I, 1955.
5. О. М. Ульянова. Нитрификационная активность чистых и накопительных культур *Nitrosomonas*, выделенных из разных естественных субстратов. Микробиология, вып. I, 1961.
6. О. М. Ульянова. К экологии *Nitrosomonas*. Микробиология, вып. 3, 1961.
7. С. Н. Виноградский. Микробиология почвы. Изд. АН СССР, 1952, 226.
8. А. Б. Лозина и В. А. Ермаченко. Физиологическая роль цитохрома у нитритных бактерий. Микробиология, вып. 6, 1962.

ლ. ალოიზა

გვარ ბებქონდარას (*Thymus L.*) ანატომიური შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. კეცხოველმა 23.6.1966)

კლდეთა ქსეროფიტები საქართველოში და კერძოდ აღმოსავლეთ საქართველოში ფართოდაა გავრცელებული. ქსეროფიტული ადგილსამყოფელოს ათვისება წარმოადგენს ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ამოცანას; ამის განსახორციელებლად კი საჭიროა გარემო პირობების შეცვლისა და მცენარის ბუნების გარდაქმნის გზების ცოდნა. ეს მოითხოვს მცენარისა და გარემოს ურთიერთობის ღრმად შესწავლას.

ქსეროფიტების შინაგანი აგებულების შესწავლა ყურადღებას იმსახურებს, რადგანაც მასში მკვეთრადაა გამოხატული გარემოს გავლენა.

საქართველოში გავრცელებული ქსეროფიტების ანატომია თითქმის არ შესწავლბოდა, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ მ. შანიძისა [1] და ი. ჩხუბიანიშვილის [2, 3] შრომებს; საერთოდ კი დიდი მუშაობაა ჩატარებული უდაბნოს ქსეროფიტული მცენარეების ფოთლებზე ბ. კელერის [4], ა. ფომინას [5], ვ. ვასილევსკაიას [6, 7, 8, 9] და სხვების მიერ.

ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა აღმოსავლეთ საქართველოს სხვადასხვა გაქსეროფიტული ადგილსამყოფელოდან ზოგიერთი მცენარის შინაგანი აგებულება, რათა დაგვედგინა ამ მცენარეებში გარემოს გავლენით გამოწვეული აგებულების თავისებურება.

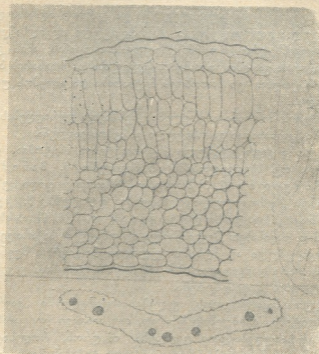
აღმოსავლეთ საქართველოს ველების ფარგლებში გავრცელებულია კლდის ქსეროფიტები, რომლებიც ხშირად, თუ ნიადაგი დედაქანამდე იშლება, ნატყვევარზეც სახლდება და ვრცელდება. იმ დროს, როდესაც ტყის ფართობი თანდათანობით მცირდება, ქსეროფიტული ტიპების მიერ „ათვისებული“ ფართობი იზრდება. აღმოსავლეთ და ბევრგან დასავლეთ საქართველოს მიდამოების ქსეროფიტზაცია დღესაც გრძელდება. უმთავრესად ინტენსიურად მიმდინარეობს იგი ადამიანის ჩარევის შედეგად [10].

გაქსეროფიტებულ ადგილებზე ფართოდაა გავრცელებული გვარი *Thymus*-ი, რომელიც გვხვდება ისეთ ქსეროფიტულ დაჭაფუფებებში, როგორცაა ბარის ურციანები, ნარეკლიანები, კენკრიანები და ძეძვიანები. ეს გვარი ძირითადად ბუჩქნარიანი ქსეროფიტული მცენარეულობის ტიპებშია გავრცელებული.

ქვემოთ შევჩერდებით ამ გვარის ორი წარმომადგენლის — *Thymus tiflisiensis* Klok., *Thymus Sosnowskyi* A. Grossh. (ოჯ. *Labiateae*) შინაგანი აგებულებაზე.

აღნიშნული მცენარეების შესწავლისათვის მასალის ასაღებად 1960-1965 წწ. შერჩეული იყო გარეჯის ველი, როგორც ყველაზე უფრო ქსეროფიტული ადგილსამყოფელო, ნაკლებ ქსეროფიტული ქვემო ქართლი, თბილისის მიდამოები და ბორჯომის ხეობის გაქსეროფიტებული ადგილები.

ანატომიური შესწავლისას ფოთლის აგებულებაზე ძირითადად იმიტომ შევჩერდით, რომ მცენარის ყველაზე უფრო პლასტიკურ ორგანოს წარმოადგენს ფოთოლი; მასში მკვეთრად აისახება გარემო პირობების შესაბამისი ცვლილება. სხვადასხვა ადგილსამყოფელოდან აღებული მცენარის ფოთლის აგებულების ერთმანეთთან შედარებისას ვიყენებთ შესატყვის ადგილებს (მთავარი ძარღვის ახლოს მდებარე ნაწილს).



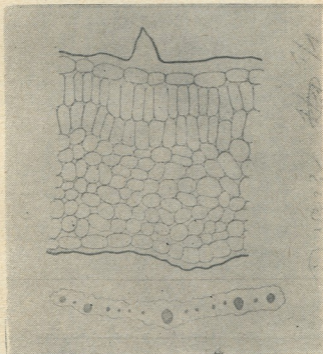
ნახ 1.

T. tillisiensis-ის შუა სართულის ფოთლის შუა ნაწილის სტრუქტურულმა შესწავლამ მოგვცა შემდეგი სურათი:

ფოთლის მეზოფილი მკვეთრად არის დიფერენცირებული და შეიცავს ერთ მხარეზე მოთავსებულ, უმეტესად ორწყება, მესრისებურ პარენქიმას; ფოთლის მეზოფილის ქვედა ნაწილი ღრუბლისებურ პარენქიმას უჭირავს. მესრისებური პარენქიმის პირველი წყება, რომელიც უშუალოდ ებიდერმისს ეხება, უმეტესად გრძელია, ვიდრე მეორე წყების უჯრედები. ღრუბლისებური პარენქიმის სხვადასხვა ზომის უჯრედები განლაგების სხვადასხვა სიმჭიდროვით ხასიათდება. ამიტომ თბილისის ბეგკონდარაში ღრუბლისებურ პარენქიმას აქვს ფაშარი აგებულება და ის სხვადასხვა სიძლიერით გამოიხატება

(ნახ. 1—6) მეზოფილის ეს ორი ქსოვილი განსხვავებულია ქლოროპლასტების შემცველობითაც. მათი დიდი რაოდენობა მესრისებური ქსოვილის უჯრედებშია.

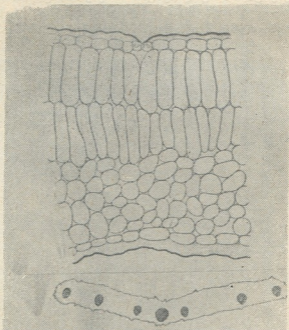
ფოთლის მეზოფილში, მესრისებურ და ღრუბლისებურ პარენქიმის საზღვარზე, განლაგებულია ორგვარი კონები. ერთი ჯგუფი კონებისა მკვეთრად გამოიყოფა იმის გამო, რომ ფლოემის მხარეზე მოთავსებული აქვს მექანიკური ქსოვილის საკმაოდ დიდი ჯგუფი. ჭურჭელბოჭკოვანი კონის ეს ნაწილი მთლიანად არის მოთავსებული ღრუბლისებური პარენქიმის ფართობში, ხოლო კონის გამტარი ნაწილი — მესრისებურისა და ღრუბლისებურის საზღვარზეა; ქსილემის ელემენტები ოდნავ შეიჭრებიან მესრისებური პარენქიმის ზონაში.



ნახ. 2

კონაში ფლოემა მოცემულია თხელგარსიანი და მცირე დიამეტრიანი ელემენტებით. ქსილემის ნაწილში მწკრივად დალაგებული ჭურჭლების დიამეტრი, გარსის სისქე და მათი გახევების ხარისხი არ არის ერთნაირი, რაც ფლოროგლუცინისა და HCl-ის სხვადასხვა ინტენსიური შეფერვით მეღვანდება. ამავე რეაქტივით მკრთალვარდისფრად იღებება გამტარი კონის მექანიკური ქსოვილი, ხოლო ამ ქსოვილის თითოეული უჯრედი გარსის მთელ სისქეზე ერთნაირი შეფერვის არ არის. მათი პირველადი გარსი მუქად იფერება. კონას, ენდოდერმის მსგავსად, ირგვლივ მრმრგვალო უჯრედების ერთი წყება აკრავს. ფოთლის

მთელ სიბრტყეზე ასეთი ჭურჭელბოჭკოვანი კონები სხვადასხვა რაოდენობით გვხვდება. მათი რიცხვი 5—7-ია, მაგრამ მათ შორის თავისი ზომით განსხვავებულია ფოთლის შუაში მდებარე ჭურჭელბოჭკოვანი კონა; იგი მეტი რაოდენობით შეიცავს გამტარ ელემენტებს. ფლოემაც უფრო კარგად აქვს განვითარებული და მექანიკურ ქსოვილსაც დიდი ადგილი უჭირავს. ფოთლის კიდეებზე ასეთი კონები შემადგენელი ელემენტების უფრო სიმციროთ ხასიათდება; განსაკუთრებით ეს ითქმის გამტარ ელემენტებზე.

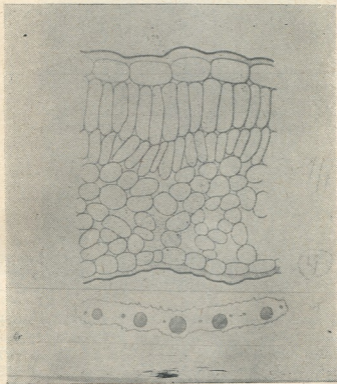


ნახ. 3

გარდა აღწერილი კონებისა, ვხვდებით პატარა ზომის 6—10 კონას, რომელთაც მექანიკური უჯრედები სრულებით არა აქვთ განვითარებული, ან ზოგიერთ მათგანში რამდენიმე უჯრედია მოცემული. რაც შეეხება გამტარ ელემენტებს, ამ კონაში მათი რაოდენობა მეტისმეტად მცირეა. ზოგ კონაში კი ფლოემის ელემენტები სრულიად არ გამოიყოფა ანდა 1—2 უჯრედით არის წარმოდგენილი. მცირე ზომის არასრული კონები მოცემულ სქემაში (ნახ. 1—6) არც არის ასახული. კონებს შორის ვხვდებით ანასტომოზებსაც.

თბილისის ბეგეონდარას ეპიდერმისის უჯრედები დაკლაკნილია. ეპიდერმისზე ძლიერი კუტიკულარული შრე ზოგ ადგილებში ჰქმნის ამობურცულობას. ეპიდერმისის უჯრედებს შორის კარგად შეიმჩნევა ბაგის აპარატი. ბაგის მკეტავი უჯრედის მდებარეობა ან უფრო ზედაპირულია (ნახ. 5) ეპიდერმისის უჯრედებთან შედარებით ან ეპიდერმისის უჯრედების განლაგებაშია (ნახ. 3). ბაგის აპარატი თანმხლები უჯრედები ყოველთვის არ გამოიყოფა. ბაგეები

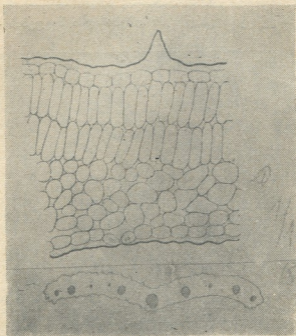
ფოთოლს ორივე მხარეზე აქვს. ფოთლის აგებულებაში ყურადღებას იმეორებს მის ზედაპირზე და კიდეებზე წამოზრდილი ბუსუსები. ბუსუსები საწოვრების მსგავსია, მარტივი, მრავალუჯრედიანი და ეთერზეთოვან-ჯირკვლოვანი, რომელიც დამახასიათებელია ტუჩოსნებისათვის. ეთერზეთოვანი ჯირკვლოვანი ბუსუსები ჩვეულებრივად მდებარეობენ ფოთლის ზედაპირზე განვითარებულ ჩაღრმავებებში. ასეთი ეთერზეთის შემცველი ჯირკვლოვანი ბუსუსები გვხვდება ფოთლის ორივე მხარეს. ეთერზეთოვანი ჯირკვლების არსებობა ნ. მაქსიმოვის [11] მიხედვით განპირობებულია ტრანსპირაციის შემცირებით და საერთოდ ითვლება გვალვიან გარემო პირობებისადმი შეგუების საშუალებად.



ნახ. 4

ასეთია *Thymus tiflisiensis*-ის ფოთლის შინაგანი აგებულება. ფოთლის ეს აგებულება დამახასიათებელია ორივე სახეობისათვის, მხოლოდ სხვადასხვა ადგილსამყოფელოდან აღებულ ეგზემპლარების ფოთოლში შემჩნეულია ამ აგებულების განსხვავებული სურათი. განსხვავება შეიმჩნევა აღნიშნულ ქსოვილთა უჯრედების ზომაში, მათ განლაგებაში, რაოდენობაში და სხვა. ამიტომ თითოეულისათვის ფოთლის აგებულების აღწერას არ ვიძლევი. ჩვენ მათ აგებულებას ერთმანეთს შევადარებთ ქსერომორფულობის გამოჩნატველი ნიშნების მიხედვით.

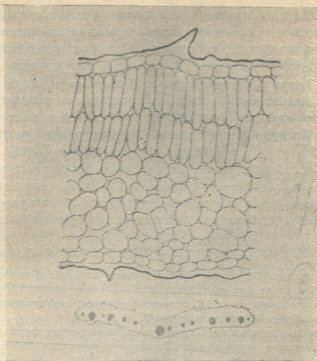
როგორც ცნობილია, ქსერომორფული სტრუქტურისათვის მიუთითებენ კუტიკულის ძლიერ განვითარებას, ეპიდერმისის უჯრედის გარსის ძლიერ გასქელებას, მესრისებური ქსოვილის უჯრედების მრავალწყებას, წვრილუჯრედოვანობას, უჯრედშორისების სიმცირეს, მექანიკური ქსოვილის ძლიერად განვითარებას და გამტარი ქსოვილის სიჭარბეს, იზოლატერალობას და სხვა. (ვ. ალექსანდროვი და ქ. ცხაკაია [12], ვ. ალექსანდროვი და მ. შანიძე [13], პ. ბარანოვი [14], ვ. ვასილევსკაია [6—9] და სხვები).



ნახ. 5

ჩვენ მიერ ჩატარებული ანალიზის საფუძველზე სხვადასხვა ადგილიდან აღებული *Thymus*-ის ფოთლის ქსერომორფული ნიშნებით შეიძლება განლაგდეს შემდეგი თანმიმდევრობითი ნახატი 1, 2, 3, 4, 5, 6. *Thymus tiflisiensis*-ის შემთხვევაში პირველ ადგილზე ვაყენებთ დავით გარეჯის მიდამოებში აღებულ თბილისის ბეგქონდარას, რადგანაც აქ მეტი რაოდენობითაა განვითარებული მესრისებური პარენქიმა (ზოგან სამი წყებაა), წვრილუჯრედოვანია, უჯრედშორისები მცირე ზომისაა, კუტიკულა და ეპიდერმისის გარეთა კედელი სქელია (ნახ. 1). ამ ნიშნების მიხედვით მეორე ადგილს იჭერს ლელვთა ხევის თბილისის ბეგქონდარა (ნახ. 2). მესამე ადგილზე იქნება ვერეს ხეში გავრცელებული *Thymus tiflisiensis* Klok. (ნახ. 3) და ბოლოს მოდის წითელი სოფლის მიდამოების *Thymus tiflisiensis*-სი (ნახ. 4).

რაც შეეხება *Thymus Sosnowskyi*-ს, წვრილუჯრედიანობით და უჯრედთა განლაგების სიმჭიდროვით პირველ ადგილზეა ქვაბისხევის მასალა (ნახ. 5), შემდეგ მოდის დაბა წალვერის ხრიოკების *Thymus Sosnowskyi* A. Grossh. (ნახ. 6).



ნახ. 6

დასკვნები

1. ყველა ადგილსამყოფელოს *Thymus tiflisiensis* Flok. და *Th. Sosnowskyi* A. Grossh. მიეკუთვნება თხელფოთლიან ქსეროფიტებს.

2. *Th. tiflisiensis* და *Th. Sosnowskyi*-ში ადგილსამყოფელოს გაქსეროფიტების ხარისხის შესაბამისად იცვლება მცენარის შინაგანი აგებულების მაჩვენებლები, იგი მეტად გამოხატულ ქსერომორფულობისაკენ იხრება.

3. სხვადასხვა ადგილსამყოფელოდან აღებული *Th. tiflisiensis* და *Th. Sosnowskyi*-ის ფოთლების ანატომიურმა შესწავლამ ქსერომორფულობის ხარისხის შემდეგი თანმიმდევრობა გამოავლინა: *Thymus tiflisiensis*-ის შემთხვევაში—

1. გარეჯის მიდამოები, 2. ლეღვთა ხევი, 3. ვერეს ხეობა, 4. წითელი სოფელი; *Thymus Sosnowskyi*-ში — 1. ქვაბისხევი, 2. დაბა წაღვერის მასალა.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 23. 6. 1966)

БОТАНИКА

Л. М. АЛОЕВА

К АНАТОМИЧЕСКОМУ ИЗУЧЕНИЮ РОДА ТИМЬЯН (*THYMUS L.*)

Резюме

Целью нашей работы было изучение анатомических признаков рода *Thymus L.* (*T. tiflisiensis* Flok., *T. Sosnowskyi* A. Grossh.) из разных ксерофитных местообитаний Восточной Грузии для выявле-

ნია в исследуемых растениях влияния внешней среды на некоторые гистологические особенности, представленные по-разному в пределах одного и того же вида, собранного с разных местообитаний.

На основании проведенной работы можно сделать следующие выводы: 1) *Thymus tiflisiensis* Klok. и *T. Sosnowskyi* A. Grossh., произрастающие в разных местообитаниях, относятся к тонколиственным ксерофитам; 2) в зависимости от степени ксерофитизации местообитания изменяются анатомические показатели исследуемых растений; 3) изучение анатомического строения листьев *Thymus tiflisiensis* Klok. и *T. Sosnowskyi* A. Grossh. выявило следующую последовательность в ксероморфности листа *Thymus tiflisiensis* Klok.: а) окрестности Гареджи, б) Легвтахеви, г) ущелье р. Вера, д) Цители сопели; в случае же *Thymus Sosnowskyi* A. Grossh.: а) Квабисхеви, б) Даба Цагвери.

დამონსტრირებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. М. А. Шанидзе. Об особенностях в строении листьев бобовых окрестностей Тифлиса. Изв. Главн. бот. сада, 1930.
2. И. И. Чхубианишвили. К вопросу об анатомической характеристике ореофитов Кавказа. Труды Тбилисского бот. ин-та, т. IV, 1938.
3. И. И. Чхубианишвили. О структуре листа некоторых цветковых растений, произрастающих в высокогорьях Главного Кавказского хребта (Кавкасонии). Изв. АН АрмССР, биол. и с.-х. науки, т. V, 1, 1952.
4. Б. А. Келлер. Об анатомическом строении листьев, устойчивых к засухе, и пути ее повышения. Советская ботаника, № 2, 1933.
5. А. П. Фомина. К характеристике анатомических особенностей листьев терескена. Советская ботаника, № 4, 1936.
6. В. К. Василевская. Анатоми-морфологические особенности растений холодных и жарких пустынь Средней Азии. Ученые записки ЛГУ, сер. биол., 14, 1941.
7. В. К. Василевская. Изучение онтогенеза, как один из методов экологической анатомии. Проблемы ботаники, вып. I, М.—Л., 1950.
8. В. К. Василевская. Формирование листа засухоустойчивых растений. Ашхабад, 1954.
9. В. К. Василевская. Структурные приспособления растений жарких и холодных пустынь Средней Азии и Казахстана. Проблемы современной ботаники, т. 11, М.—Л., 1965.
10. Б. ქეცხოველი. საქართველოს მცენარეული საფარი. თბილისი, 1959.
11. Н. А. Максимов. Физиологические основы засухоустойчивости растений. Прил. 26 к трудам по прикладной ботанике, 1926.
12. В. Г. Александров и К. Е. Цхакая. К проблеме о степени пластичности листа и о возникновении ксероморфной структуры. Труды с.-х. оп. учр. Дона и Северного Кавказа, 9, 1926.
13. В. Г. Александров и М. А. Шанидзе. О степени зависимости величины элементов губчатой паренхимы листа от силы действия отводящих токов. Изв. Главн. бот. сада, 25, 1926.
14. П. А. Баранов. Материалы к анатомии горных растений. Опыт сравнительно-анатомической характеристики горных ксерофитов и мезофитов. Бюлл. САГУ, 8, 1925.

Н. А. АНЕЛИ

О ДИСЛОКАЦИИ ФЛОЭМЫ МЕЖДОУЗЛИИ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ

(Представлено академиком Л. И. Джапаридзе 20.7.1966)

1. В начальных стадиях формирования анатомической архитектуры стебля еще в конусе нарастания у различных растений наблюдается некоторое разнообразие расстановки флоэмных участков [1, 2]. Это же явление в довольно сложных сочетаниях с ксилемой было прослежено при изучении анатомического материала стебля [3—6] с точки зрения использования их в систематике растений [7].

При равных ксилемных плоскостных планировках флоэма может резко менять картину текстуры стебля [7]. Эти особенности распределения флоэмы имеют большое значение для анатомической таксономии [8]. Расположение флоэмы по отношению к ксилеме специфично для систематических групп, оно является эволюционно сложившимся образованием и наследственным признаком [8].

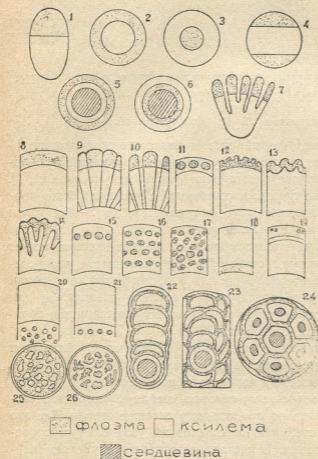
Для полного представления специфики расстановки флоэмных участков в стебле необходимо описать: 1) характер расположения флоэмы по отношению к ксилеме; 2) характер общей расстановки флоэмных участков по всему поперечному сечению стебля; 3) характер расстановки флоэмных участков по продольному сечению стебля. Все это относится к междоузлию стебля. В отношении же узла следует провести специальные исследования. В настоящем сообщении уделяем внимание только первому пункту рекомендации.

2. Расположение флоэмы с ксилемой можно выразить в виде пяти дислокационных типов: фасцикулярный, цилиндрический, элитный, вагантный, лабиринтный. В каждом типе сгруппированы растения с одинаковыми в принципе модификациями расстановки лубяных участков.

Ввиду того что до настоящего времени не имеются специальные работы по классификации и номенклатуре флоэмных дислокаций покрытосеменных растений, считаем необходимым создать соответствующие новые термины, используя корни латинских и греческих слов⁽¹⁾.

(1) Имеется довольно подробная терминология на английском, немецком, французском, испанском, итальянском, югославском, португальском [9], русском, грузинском, английском, немецком, французском, голландском, шведском, португальском язы-

После изучения дислокации лубяных участков значительно облегчается анатомическое описание каждого растения. А это необходимо в систематических и иных работах (филогения, селекция). Имея дислокационную характеристику лубяных типов с наименованиями модификации, несомненно, можно будет включить флоэмный признак в фонд систематической анатомии⁽¹⁾.



Большинство нижеописанных модификаций расстановки лубяных участков относится к монадным типам (состоящие из одного вида флоэмы). В действительности имеются также растения с различными комбинациями отдельных типов флоэмы и их модификаций. Поэтому при описании некоторых модификаций растения-примеры могут повторяться. Следовало бы выделить типы и комбинированного сочетания, но поскольку они тесно переплетаются с типами текстуры транзитной системы стебля [7], отдельное рассмотрение сборных типов и модификаций считаем неоправданным.

каж [10] по элементам древесины, где, естественно, флоэме отводится незначительное место (2—3 термина без латинской транскрипции).

(2 Несомненно, представляется интересным проведение такой же работы по дислокации флоэмы у папоротникообразных (флоэмные растения). Это пожелание подсказано анатомическим исследованием филогенетического характера, проведенным Огура по вегетативным органам *Pteridophyta* [11].

Рассмотрим лубяные дислокационные типы и объединенные в них текстурные модификации однолетних веток.

ФАСЦИКУЛЯРНЫЙ—ПУЧКОВЫЙ ТИП

Луб находится в составе проводящего пучка.

Солитная—уединенная модификация (рис. 1). Элементы флоэмы расположены только в одну сторону ксилемы. Встречается во многих травянистых двудольных и однодольных растениях, имеющих коллатеральные проводящие пучки: *Aconitum*, *Berberis*, *Chelidonium*, *Portulaca*, *Geranium*, *Artemisia*, *Begonia*, *Malva*, *Polygonum*, *Phytolacca*, *Aristolochia*, *Filipendula*, *Physostegia*, *Anagallis*, *Lunaria*, *Anetum*, *Smilax*, *Zea*, *Canna*, *Trachicarpus*, *Schoenoplectus*, *Phyllostachis*, *Triticum*, *Andropogon*, *Ricinus*, *Polygonatum*.

Циркулярная—кольцевая (рис. 2). Элементы флоэмы обволакивают ксилему. Встречается в растениях, имеющих концентрические проводящие пучки амфицентриального типа: *Plumbago europaea* L., *Turnera ulmifolia* L.¹, *Napoleona imperialis* Beauv.*

Центрикулярная—центральная (рис. 3). Элементы ксилемы обволакивают флоэму. Встречается в растениях, имеющих концентрические проводящие пучки амфиазального типа: *Cordiline indivisa* Steud., *Yucca gloriosa* L., *Aloe arborescens* Mill., *Melanthus major* L., *Ricinus communis* L., *Campanula pyramidalis* L., *Apium graveolens* L., *Convallaria transcaucasica* Utk., *Lobelia gibberoa* Hemsl.*

Полярная (рис. 4). Элементы флоэмы расположены противоположно с двух сторон ксилемы. Встречается у представителей семейства *Cucurbitaceae*, *Tragopogon poriiiformis* L.

Форициклическая—наружнокольцевая (рис. 5). Внутрикольцевая полоса ксилемы опоясана флоэмой. В центре обособленная паренхима. Встречается в растениях *Dianthera americana* L.*

Интусциклическая—внутрикольцевая (рис. 6). Внутрикольцевая полоса флоэмы опоясана ксилемой. В центре обособленная паренхима. Встречается в растениях *Dictamnus caucasicus* Fisch., *Drosera binata* Labill.*

Дельтоидная (рис. 7). Элементы луба расположены на отрогах ксилемы. Встречается в растениях *Arceutobium oxycedri* Marsch., *Martynia fragrans* Lindl.*, *Aristolochia triangularis* Cham.

(¹ Некоторые анатомические рисунки Меткафа и Чока [5] использованы нами при создании типовых схем. Заимствованные рисунки растений обозначены знаком *.

ЦИЛИНДРОВЫЙ ТИП

Луб находится в составе центрального цилиндра стебля. Тип можно разделить на три группы: периксиллярная, интраксиллярная и гиппоксиллярная.

Периксиллярная—наружноксилемная группа

Лубяные участки расположены снаружи в контакте с ксилемой.

Континуальная—непрерывная (рис. 8). Сплошная флоэма расположена вокруг ксилемы центрального цилиндра. Встречается в растениях, имеющих голоидный (неразделенный) тип строения транзиторной системы [8]: *Hamamelis*, *Camellia*, *Eucommia*, *Punica*, *Elaeagnus*, *Rhododendron*, *Styrax*, *Diospyros*, *Erythroxylon*, *Schisandra*, *Illicium*, *Citrus*, *Alangium* и другие.

Апресуальная—прижатая (рис. 9). Площадки флоэмы тесно расположены вокруг ксилемы центрального цилиндра. Встречается в растениях, имеющих компактнофрагмоидный (плотноперегородчатый) тип строения междоузлия стебля [7]: *Acer*, *Acacia*, *Melia*, *Ficus*, *Laurocerasus*, *Ailanthus*, *Pilocarpus*, *Tilia*, *Firmiana*, *Bixa*, *Hopea*, *Meliosma*, *Coriaria*, *Ulmus*, *Corynocarpus*, *Durio* и др.

Ареольная—площадочковая (рис. 10). Площадки флоэмы рыхло расположены вокруг ксилемы центрального цилиндра. Встречается в архидревесных растениях [8] лаксусфрагмоидного (рыхлоперегородчатого) типа строения транзиторной системы междоузлия стебля [7]: *Magnolia*, *Liriodendron*, *Platanus*, *Laurus*, *Umbellularia*, *Fagus*, *Juglans*, *Trochodendron*, *Macadamia*, *Anona*, *Pistacia*, *Aralia*, *Dendropanax*, *Garrya*, *Vitis*, *Peumus* и др.

Интермеристемная—промежуточномеристемная (рис. 11). В меристематическом поясе островки луба расположены вокруг ксилемы центрального цилиндра. Встречается в растениях: *Obione portulacoides* (L.) Moq.*, *Atriplex hortensis* L., *Salicornia perennis* (Gouan.) Mi.*

Дентатная—зубчатая (рис. 12). Зубчатоповерхностная сплошная флоэма расположена вокруг ксилемы центрального цилиндра. Встречается в растениях *Daphne laureola* L.*, *Lagetta lintearia* Lam.*, *Cannabis sativa* L.

Гофрированная—волнообразная (рис. 13). Непрерывная складчатая флоэма расположена вокруг ксилемы центрального цилиндра. Встречается в растениях *Dipsacus fulonum* L., *Cephalaria alpina* Schrad., *Cosmos diversifolius* Otto., *Viscum album* L., *Passiflora racemosa* Brot.

Тентакулятная—щупальцевидная (рис. 14). Сплошная флоэма щупальцами вклинивается в толщу ксилемы центрального цилиндра. Встречается в растениях: *Bignonia* sp., *Bignonia capreolata* [10].

Интраксиллярная—внутриксилемная группа

Лубяные участки расположены в толще ксилемы.

Мисериальная—однорядная (рис. 15). Флоэмные участки расположены в толще ксилемы в один ряд. Встречается в растениях *Strychnos nux-vomica* L.¹.

Висериальная—многорядная (рис. 16). Флоэмные участки расположены в толще ксилемы многорядно. Встречается в растениях *Salacia serrata* Camb.

Дисперсная—рассеянная (рис. 17). Флоэмные участки расположены в толще ксилемы рассеянно. Встречается в растениях *Leptadenia spartium* [6], *Salicornia perennis* (Gouan.) Mill., *Obione portulacoides* (L.) Moq., *Atriplex hortensis* L., *Aerva scandens* Wall.

Гиппоксиллярная—подксилемная группа

Лубяные участки расположены непосредственно между ксилемой и сердцевинной.

Гиппоксиллярная—подксилемная (рис. 18). Непрерывный луб расположен в контакте с ксилемой вблизи перимедулярной зоны. Встречается в растениях *Melastoma normale* D. Don., *Trachelospermum jasminoides* Lem., *Nerium oleander* L., *Centaurium umbellatum* Gillb., *Asclepias curassavica* L., *convolvulus floridus* L., *Daphne laureola* L., *Lagetta lintearia* Lam., *Croton eleuteria* Benn.

ЭЛИТНЫЙ—ОТБОРНЫЙ ТИП

Проводящие пучки состоят только из элементов флоэмы.

Кортексальная—коровая (рис. 19). Флоэмные пучки расположены в наружной коре стебля. Встречается в растениях *Tibuchina semidecandra* Cogn.

Медулярная—сердцевинная (рис. 20). Лубяные пучки расположены в сердцевине. Встречается в растениях *Melastoma normale* D. Don.

Перимедулярная—краесердцевинная (рис. 21). Лубяные участки в виде островков расположены в перимедулярной зоне сердцевины. Встречается в растениях *Strychnos nux-vomica* L., *Leptadenia spartium*, *Gomphocarpus fruticosus* (L.) R. Br., *Salicornia perennis* (Gouan.) Mill. *Nolana tenella* Lindl., *Calystegia sepium* (L.) R. Br., *Capsicum annuum* L., *Lycium chinense* Mill., *Datura stramonium* L., *Vinca herbacea* Waldst. et Rit., *Gentiana asclepiadea* L.

¹ Наименование типа или модификации по названию растения (*Strychnostyp*, *Avicenniatyp*) [9] считаем неоправданным, поскольку один и тот же тип или модификация встречается в различных растениях, входящих в один род.

ВАГАНТНЫЙ—РАСКИДИСТЫЙ ТИП

Лубяные дугообразные полосы расположены многорядно с чередованием ксилемы.

Аркуатная—дугообразная (рис. 22). Лубяные участки расположены дугообразно в несколько рядов. Встречается в растениях *Eli-sarrhena grandifolia*, *Securidaca volubilis*.

Лепидоформная—чешуевидная (рис. 23). Лубяные полосы расположены чешуевидно. Встречается в растениях *Securidaca lanceolata* St. Hil.*, *Porana volubilis* Burm.*

Тантуанульная—многокруговая (рис. 24). Многочисленные ксилемные столбики опоясаны флоэмой. Встречается в растениях *Serjania fuscifolia* Radlk., *Thinouia ventricosa* Radlk. [5].

ЛАБИРИНТНЫЙ ТИП

Во флоэмной основе разбросаны ксилемные участки или наоборот — в ксилемной основе разбросаны флоэмные участки.

Фиордная—разветвленная (рис. 25). Во флоэмной среде разбросаны ксилемные тяжи. Встречается в растениях *Tetrapteris* sp.*, *Bauhinia langsdorffiana* Bong.

Лагунарная—участковая (рис. 26). В ксилемной среде разбросаны флоэмные участки. Встречается в растениях *Condylocarpus* sp.*

Приведенными типами и модификациями дислокации флоэмы не исчерпано все многообразие флоэмных расстановок в междоузлии покрытосеменных растений. В дальнейшем оно будет дополняться по мере накопления анатомических данных.

В ы в о д ы

1. Флоэма в стебле различных растений по отношению к ксилеме имеет для каждого вида растения своеобразную расстановку и конфигурацию. Последние выражены четко и настолько типично, что можно использовать их при описании каждого растения. Для этого необходимо иметь ясное представление о типах и модификациях их дислокации, выработать для них удобную, хорошо выраженную номенклатуру.

2. В междоузлии стебля можно выделить пять типов дислокации флоэмы (фасцикулярный, цилиндрический, элитный, вагантный, лабиринтный) и 26 модификаций.

3. Среди покрытосеменных растений преимущественное распространение имеет флоэма фасцикулярного и цилиндрического типов. Второе место занимает элитный.

4. Из множества модификаций расстановки флоэмы широко распространены солитная, континуальная, апресуальная, ареольная, сравнительно реже—перимедулярная.

5. Подавляющее большинство современных *Anthophyta* в междуузлии имеет луб монадного (однозначного) характера.

6. Флоемные элементы, как правило, всегда находятся в тесном контакте с ксилемой. Но нередки случаи, когда лубяные участки расположены вдали от ксилемы в наружной коре и в сердцевине, что должно повышать жизненность последних.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт фармакохимии
 им. И. Г. Кутателадзе
 Тбилиси

(Поступило в редакцию 20.7.1966)

ბოტანიკა

ბ. ანდლი

ფარულთესლოვან მცენარეთა მუხლთშორისის ლაფნის
 დისლოკაციის შესახებ

რეზიუმე

სხვადასხვა სახეობის მცენარის ლეროში ლაფანს ქსილემის მიმართ სპეციფიკური განლაგება და კონფიგურაცია აქვს. უკანასკნელი მკვეთრად და იმდენად ტიპურადაა გამოსახული, რომ ის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს თითოეული მცენარის დასახასიათებლად. ამისათვის საჭიროა ნათელი წარმოდგენა გვექონდეს ლაფნის დისლოკაციის ტიპებსა და მოდიფიკაციებზე, მათთვის შემუშავდეს მონერხებული და ზუსტად შესატყვისი სახელები.

დღეისათვის შეიძლება გამოვყოთ ლეროს მუხლთშორისებში ლაფნის დისლოკაციის 5 ტიპი: ფასციულარული (კონობრივი), ცილინდრული, ელიტური, ვაგანტური (გაფანტული), ლაბირინთული და 26 მოდიფიკაცია.

თანამედროვე ფარულთესლოვან მცენარეებში უპირატესად ვხვდებით კონობრივი და ცილინდრული ტიპის ლაფანს. მეორე ადგილი უკავია ელიტურს.

ლაფნის განლაგების მრავალი მოდიფიკაციიდან ფართოდ გავრცელებულია სოლიტური (განცალკევებული), კონტინუალური (უწყვეტი), აპრესუალური (მიტკეცილი), არეოლური (ბაქანისებური). შედარებით ნაკლებადაა გავრცელებული პერიმედულარული მოდიფიკაცია.

თანამედროვე *Anthophyta*-ს დიდ უმრავლესობას მუხლთშორისში აქვს მონადური (ერთსახოვანი) ხასიათის ლაფანი.

როგორც წესი, ლაფნის ელემენტები ყოველთვის მჭიდრო კავშირშია მერქანთან. არის შემთხვევები, როცა ფლოემის უბნები განლაგებულია მერქნისგან დაცილებით — გარე ჭერქსა და გულგულში, რაც უნდა აძლიერებდეს უკანასკნელთა ცხოველყოფელობას.

ზედათქმული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. С. П. Костычев. Строение и утолщение стебля двудольных. Журнал русск. бот. о-ва, 5, 1920.
2. Е. А. Кондратьева-Мельвиль. О строении проводящей системы стебля травянистых двудольных. Ботанический журнал, 9, 1956.
3. В. Г. Александров, К. Ю. Абесадзе, В. Л. Насонов, М. С. Яковлев. Принципы строения стебля некоторых травянистых лубоволокнистых текстильных растений и методы его изучения. Труды по прикл. бот., ген. и сел., сер. III (2), 1932.
4. А. Дж. Имс, Л. Г. Мак-Даниельс. Введение в анатомию растений. М.-Л., 1935.
5. C. R. Metcalfe, L. Chalk. Anatomy of the Dicotyledons. Oxford, vol. 1-2, 1965.
6. K. Esau. Plant anatomy. New-York, London, Sydney, 1965.
7. Н. А. Анели. Анатомическое строение междузлия, как диагностический признак. Фонд Ин-та фармакохимии АН ГССР, 1966.
8. Н. А. Анели. Анатомия проводящей системы побега и систематика растений. Автореферат, Тбилиси, 1961.
9. Multilingual glossary of terms used in wood anatomy. Zurich, 1964.
10. Л. И. Джапаридзе, А. А. Яценко-Хмелевский. Словарь терминов, употребляемых при описании древесины. Тбилиси, 1936.
11. Y. Ogura. Anatomie der Vegetations-organe der Pteridophyten. Berlin, 1938.
12. N. Schenk. Anatomie der Lianen, 1893.

Т. Д. ПУРЦЕЛАДЗЕ

ВЗАИМОСВЯЗЬ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕНЦИАЛОВ ПОКОЯ ДВУХ ХАРАКТЕРНЫХ ТОЧЕК ЛОЗЫ

(Представлено академиком Л. И. Джапаридзе 18. 10. 1966)

Растение, как известно, является саморегулирующейся системой, иными словами, происходящие в нем жизненные процессы взаимно корректируют друг друга и, очевидно, между интенсивностями этих процессов соблюдается определенное равновесие, свидетельствующее об их внутренней взаимосвязи и свойстве саморегуляции.

Кроме того, распределение биоэлектрических потенциалов покоя по растению и изменения этого распределения во времени характеризуют ход жизненных процессов в растении, их относительную интенсивность и ее изменчивость на отдельных участках растения.

Можно предположить, что биоэлектрические потенциалы покоя данного участка ткани растения в наибольшей степени зависят от того жизненного процесса, который преобладает на этом участке или является для него специфичным. Если это предположение правильно, тогда закономерность во взаимосвязи между биоэлектрическими потенциалами отдельных участков, если она существует, явится источником информации о взаимосвязи между обуславливающими эти потенциалы процессами.

Нами ранее изучено распределение биоэлектрических потенциалов по лозе [1]. Данная работа посвящена одной из закономерностей этого распределения. Результат получен по 57 замерам семи растений трех сортов (Рипария×Рупестрис 3309, Берландиери×Рипария 5ВВ, Шасла×Берландиери 41В).

Опыты проводились в экранированной клетке Фарадея, где освещенность на порядок ниже естественной освещенности.

На участки ткани, от которых отводятся потенциалы, во избежание механического воздействия накладываемых электродов, заранее наносятся приготовленные на водопроводной воде маленькие агаровые диски [2]. К последним прилагаются смоченные в водопроводной воде кисточки верблюжьей шерсти [3], впаянные агаром же в узкие стеклянные трубочки, заполненные насыщенным раствором КСl. Контакт жидкость — металл осуществляется при помощи неполяризующихся каломельных электродов. Снятые таким образом потенциалы поступают на вход симметричного усилителя постоянного тока (прибор изготовлен по нашему заказу в Институте электроники, автоматики и телемеханики АН ГССР инженером Д. К. Сургуладзе) и уже после усиления записываются самописцем.

Потенциалы измерялись на участках ткани, которые, по данным предварительной методической работы, оказались наиболее характерными для описания изучаемого распределения. Замеры производились в узлах, у основания и в середине листа по всему растению многократно в течение дня или нескольких дней, т. е. как при различных состояниях растения, так и при различных внешних условиях и, следовательно, при заведомо изменившемся соотношении между отдельными жизненными процессами.

Потенциалы перечисленных выше точек измерялись относительно опорной точки, за которую был принят самый нижний узел. Измеренные нами относительно опорной точки величины потенциалов обозначены O_i — i -го узла, а A_i — i -го основания листа.

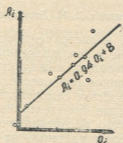


Рис. 1

Статистическая обработка экспериментальных данных позволила установить количественную зависимость между потенциалами O_i и A_i и аппроксимировать ее простым линейным уравнением первого порядка

$$A_i = aO_i \pm b.$$

В табл. 1 приведены значения параметров a и b для замеренных в разные сроки растений, вычисленные методом наименьших квадратов по A_i и O_i , которые являются результатом или однократного замера, или же при многократных замерах — средними значениями потен-

Таблица 1

№ случаев	Число замеров	a	b	$\Delta m\%$
3309 № 1	6	+0,61	+21	2,2
5 ВВ № 3	1	-0,06	+7	8,2
5 ВВ № 3	6	+0,19	+16	0,5
5 ВВ № 4	1	+0,33	-2	8,0
5 ВВ № 5	1	+0,44	+29	6,7
5 ВВ № 5	12	+0,18	+26	1,1
5 ВВ № 5	13	+0,22	+27	2,0
41 В № 1	1	+0,46	+11	4,9
41 В № 1	4	-0,44	-3	2,8
41 В № 2	1	+0,10	-21	10,1
41 В № 2	3	+0,10	+3	6,2
41 В № 3	1	+0,94	+8	4,8
41 В № 3	3	+0,39	+12	5,0
41 В № 3	4	+0,95	+15	4,2

циалов данных точек по этим замерам, производившимся в течение дня или нескольких дней. Приведены также для каждого случая средние значения абсолютных величин отклонений (Δ) от линии, фиксированной параметрами a и b . Они характеризуют степень строгости принятой нами зависимости. Отклонение от линейности, усредненное по всем случаям, составляет примерно 20%.

Как видно из табл. 1, в случаях многократных замеров среднее значение отклонений от линейности меньше, и это понятно, так как значение потенциала определенной точки — величина сильно флюктуирующая в зависимости от самых разнообразных условий, а при усреднении данных нескольких замеров случайные скачки сглаживаются и разброс, следовательно, уменьшается.

В табл. 2 и 3 сопоставлены измеренные в эксперименте и вычисленные по измеренным O_1 и параметрам a и b потенциалы $A_{i \text{ экс}}$ и $A_{i \text{ выч}}$ соответственно для случаев 5 ВВ № 5 (13 замеров) и 41 В № 3 (один замер), которым по табл. 1 соответствуют отклонения 2,0 и 4,8 мв.

Таблица 2

O_1 мв	$A_{i \text{ экс}}$ мв	$A_{i \text{ выч}}$ мв
10	31	29
12	29	30
13	32	30
12	30	30
32	30	34
13	28	30
3	27	28
6	24	29

Таблица 3

O_1 мв	$A_{i \text{ экс}}$ мв	$A_{i \text{ выч}}$ мв
38	53	44
34	39	40
29	40	35
28	35	34
36	27	42
16	30	23
21	28	28
-1	3	7
4	13	12

На графике изображен случай 41 В № 3 (один замер), иллюстрирующий экспериментальный разброс точек около прямой, фиксированной уравнением $A_1 = 0,94 O_1 + 8$, при вышеуказанном среднем отклонении $\Delta = 4,8$ мв.

Как видно из приведенных данных, линейное уравнение удовлетворительно описывает зависимость между потенциалами двух изучаемых нами участков лозы.

Таким образом, нами установлено наличие и найден вид функциональной зависимости между биоэлектрическими потенциалами покоя двух различных по природе участков ткани лозы, представляющих собой внешний суммирующий и иллюстрирующий результат происходящего в растении сложного комплекса жизненных процессов. Эта зависимость, как выяснилось, постоянна во времени для каждого растения независимо от изменения состояния самого растения или внешних условий, т. е. изменения величин биоэлектрических потенциалов исследованных участков ткани лозы на междоузлии и у основания листа происходят так, что соотношение между ними сохраняется.

Поскольку предположение о существовании зависимости между биоэлектрическими потенциалами и инициирующими их процессами

представляется вполне разумным, найденная зависимость может рассматриваться как доказательство взаимосвязи между самими этими процессами и послужить информацией при изучении растения как саморегулирующейся системы.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт ботаники

(Поступило в редакцию 13.10.1966)

გენეარათა ფიზიოლოგია

თ. ფურცელაძე

ვაზის ორი მახასიათებელი წერტილის სპინების ბიოელექტრული პოტენციალის ურთიერთკავშირის შესახებ

რეზიუმე

იგულისხმება, რომ მცენარის ამა თუ იმ ნაწილის ბიოელექტრული პოტენციალი განპირობებულია იმ სასიცოცხლო პროცესით, რომელიც ჭარბობს ამ ნაწილში ან სპეციფიურია მისთვის.

მცენარის ორი ფუნქციონალურად განსხვავებული უბნის ბიოელექტრული პოტენციალის თანაფარდობა უნდა ასახავდეს ამ პოტენციალების განმსაზღვრავი სასიცოცხლო პროცესების ურთიერთდამოკიდებულებას.

ბიოელექტროპოტენციალების თანაფარდობის გამოსამკვლევებლად შესწავლილია მათი განაწილება ვაზზე. ექსპერიმენტის შედეგების სტატისტიკურმა დამუშავებამ ცხადყო, რომ მუხლისა და ფოთლის ფუძის პოტენციალები (O_1 და A_1 სათანადოთ) ფუნქციონალურ დამოკიდებულებაშია, რაც პირველი რიგის წრფივი განტოლებით აიწერება:

$$A_1 = \pm aO_1 \pm b.$$

ამრიგად, აღნიშნულ ორ პოტენციალს შორის მკვლევრებმა რაოდენობრივი კავშირი, რაც დამაკმაყოფილებლად ასახავს ვაზის ორი უბნის ბიოელექტრული პოტენციალის ურთიერთდამოკიდებულებას. წრფივობისაგან გადახრა საშუალოდ 20%-ს უდრის.

გამოირკვა, რომ მცენარის შესწავლილი უბნების ბიოელექტრული პოტენციალები გარე პირობებისა და თვით მცენარის მდგომარეობისაგან დამოკიდებულებაში ისე იცვლებიან, რომ თანაფარდობა მათ შორის არ ირღვევა.

დადგენილი დამოკიდებულება წარმოადგენს ინფორმაციას მცენარის, როგორც თვითრეგულირებადი სისტემის შესახებ.

დადგენილი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ნანჩაველი, თ. ფურცელაძე. ბიოელექტრული პოტენციალების განაწილება ვაზზე. საქ. სსრ მეც. აკად. ბოტანიკის ინსტიტუტის შრომები. მეტყინ მცენარეთა ფიზიოლოგია, 2, თბილისი, 1966, 71.
2. Okamoto. On the distribution of electric potential on the seedling.. Bot. Magaz., vol. 68, № 799, 1955. 1.
3. А. М. Синюхин. Характер изменения биоэлектрических потенциалов в процессе регенерации растений. Биофизика, т. 2, вып. 1, 1957.

ბ. ალიძისძე

ფოსფორობრბანული პრეპარატების უმღარაბითი ეფექტურობის
უმსაზღვრა ვაშლის მენალმე ჩრჩილ *LYONETIA CLERKELLA L.*-ზე

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ყანჩაველმა 6.8.1966)

უქანასკნელ წლებში მენალმე ჩრჩილის ხსენებული სახეობა საქართველოს მეხილეობის რიგ რაიონებში მასობრივად გავრცელდა და ხეხილის ნარგაობა ძლიერ დაზიანა. მატლი იკვებება მხოლოდ ფოთლის პარენქიმით და ხელუხლებელს ტოვებს მის ზედა და ქვედა ეპიდერმისებს. ხეხილზე მავნებლის ძლიერი დასახლების შემთხვევაში ფოთლები ნაადრევად ხმება და ცვივა. ლიტერატურაში აღნიშნულია წლები, როდესაც მენალმე ჩრჩილის მასობრივი გამრავლების დროს ხეხილის მოსავალი მთლიანად დაიღუპა. ასეთი შემთხვევა საქართველოში აღინიშნა 1937—1938 წლებში (რაჭა-ლეჩხუმი), როდესაც მოსავალი მთლიანად დაიღუპა და ხეხილი ძლიერ დასუსტდა [1, 2].

მავნებლის გავრცელებისა და მისი უარყოფითი მნიშვნელობის დადგენის მიზნით გამოკვლევები ჩატარეთ 1963—1965 წლებში. დადგენილ იქნა, რომ მავნებლები მასობრივად გავრცელებული იყო ამბროლაურის, ონის, ცაგერის, ვანის, ზესტაფონისა და გარდაბნის რაიონებში. განსაკუთრებით ღიდი იყო დაზიანება გარდაბნის რაიონის მთიან ზონაში (ს. წყნეთი). აქ მავნებლის მიერ 1964-1965 წლებში დაზიანებული იყო ოთხწლიანი ვაშლის ხეების ფოთლების 100%. ამასთან, 1964 წ. მავნებლის მიერ შეჭმული იყო შამპანური რენეტის ფოთლების 15%, ხოლო 1965 წ.—21,5%; ცხადია, რომ ასეთი რაოდენობის ფოთლების დაკარგვა ახალგაზრდა ხეხილის სასიცოცხლო პროცესებზე უარყოფით გავლენას ახდენს. ამას გარდა მხედველობაში უნდა მივიღოთ ის გარემოებაც, რომ თითოეული ფოთლის დაზიანებული ნაწილი უარყოფითად იმოქმედებს ფოთლის დაუზიანებელი ნაწილის ასიმილაციასა და დისიმილაციის პროცესებზე, სინთეზურ-ორგანული ნივთიერებების გადაადგილებასზე როგორც ფოთოლში, ისე ფოთლიდან ყლორტებსა და ტოტებში. ეს არაპირდაპირი ზიანი არანაკლები უარყოფითი მნიშვნელობისაა ხეხილისათვის.

ვაშლის მენალმე ჩრჩილის წინააღმდეგ საქართველოში დღემდე გამოყენებული ანაბაზინ-სულფატი ვერ პასუხობს მავნებლის წინააღმდეგ ამჟამად არსებულ ბრძოლის მეთოდებს. ახალი, უკეთესი პრეპარატების გამოიხიზვა ქიმიკოსთა და მცენარეთა დარგში მომუშავე ტოქსიკოლოგთა გადაუდებელ ამოცანას წარმოადგენს. სადღეისოდ უკვე არსებობს რიგი ფოსფორობრბანული მენაერთები, რომლებიც ჩვენ გამოვცადეთ. მათ ახასიათებთ ძლიერი კონტაქტუ-

რი მოქმედება და ფოთლის ქსოვილში შეჭრა [3]. ასეთებია 30% თიოფოსი; 30% კარბოფოსი; 20% მეთილეთილთიოფოსი; 20% გუზათიონი; 50% ტრიქლორმეტაფოსი—3; 50% როდოციდი; 65% ქლოროფოსი; 50% ტროლენი; 50% ცილიალი; 35% ფოზალონი; 64% მერფოტექსილი; 50% Bi-58. ამ ცდებში ეტალონად აღებული გვექონდა 30% ანაბაზინ-სულფატი.

კონცენტრაციები აღებული გვექონდა ძირითადი მოქმედი საწყისის მიხედვით. კონცენტრაციათა შორის შეფარდება (d) უდრიდა 1,5-ს, პრეპარატები გამოიყადა ბუნებრივ პირობებში, წყნეთში, ოთხწლიანი შამპანური ჩენეტის ნარგავებზე. თითოეულ კონცენტრაციას ჰქონდა 4 განმეორება. განმეორებების მიხედვით სიკვდილიანობის საშუალო სიდიდე გამოგვეყავდა საშუალო შეწონილის მიხედვით [4].

შესხურებას ვაწარმოებდით სასხურებელი აპარატით „დეზინფალი“. მიღებულ მონაცემებს ვამუშავებდით. პრობიტ-ანალიზის მეთოდით [5], რისთვისაც კონცენტრაციები (მგ/ლ) გადაგვეყავდა ლოგარითმებში, ხოლო სიკვდილიანობის პროცენტი — შესაბამის პრობიტებში. 1 ცხრილში მოცემულია ასეთი გადაყვანის შედეგები.

პრეპარატების ტოქსიურობა

ცხრილი 1

№	პრეპარატები	კონცენტრაცია მგ/ლ	კონცენტრაციის ლოგარითმი	სიკვდილიანობის %	სიკვდილიანობის შესაბამისი პრობიტა
1	2	3	4	5	6
1	თიოფოსი	500	2,6990	100	—
	"	337	2,5717	90,4	6,3047
	"	225	2,3522	75,6	5,6935
2	გუზათიონი	150	2,1761	29,7	4,4670
	"	225	2,3522	100	—
	"	150	2,1761	98,8	7,2571
3	მეთილეთილთიოფოსი	100	2,0000	83,8	5,9863
	"	66	1,8195	53,8	5,0954
	"	337	2,5717	100	—
4	ფოზალონი	225	2,3522	88,7	6,1952
	"	150	2,1761	77,7	5,7621
	"	100	2,0000	54,5	5,1130
5	Bi-58	1690	3,2279	100	—
	"	1125	3,0492	80,9	5,8742
	"	750	2,8751	74,9	5,6713
6	კარბოფოსი	500	2,6990	64,1	5,3611
	"	337	2,5717	45,3	4,8819
	"	225	2,3522	45,4	4,8944
7	"	1125	3,0492	100	—
	"	750	2,8751	92,2	6,4187
	"	500	2,6990	72,6	5,6008
8	"	337	2,5717	72,2	5,5888
	"	225	2,3522	45,4	4,8944
	"	1125	3,0492	100	—
9	"	750	2,8751	87,7	6,1601
	"	500	2,6990	73,1	5,6153
	"	337	2,5717	56,9	5,1738
10	"	225	2,3522	46,8	4,9197

(გაგრძელება იხ. მომდევნო გვერდზე)

1	2	3	4	5	6
7	ტრიქლორმეტაფოსი-3	1125	3,0492	100	—
	"	750	2,8751	91,3	6,3595
	"	500	2,6990	72,4	5,5948
	"	337	2,5717	56,0	5,1510
	"	225	2,3522	47,6	4,9398
8	ციდიალი	1125	3,0492	100	—
	"	750	2,8751	95,1	6,6546
	"	500	2,6990	81,3	5,8890
	"	337	2,5717	57,7	5,1942
	"	225	2,3522	42,7	4,8160
9	ტროლენი	1690	3,2279	100	—
	"	1125	3,8751	96,6	6,8250
	"	750	2,6990	93,3	6,4985
	"	500	2,5717	74,7	5,6651
	"	337	2,3522	46,1	4,9021
10	როდოციდი	2540	3,4048	100	—
	"	1690	3,2278	93,8	6,5382
	"	1125	3,0492	90,4	6,3047
	"	750	2,8751	58,4	5,2121
	"	500	2,6990	50,9	5,0226
11	ქლოროფოსი	3800	3,5798	100	—
	"	2540	3,4048	81,2	5,8853
	"	1690	3,2279	58,7	5,2224
	"	1125	3,0492	55,4	5,1358
	"	750	2,8751	50,7	5,0176
12	მერფოტექს იოლი	3800	3,5798	100	—
	"	2540	3,4048	93,5	6,5141
	"	1690	3,2279	81,9	5,9116
	"	1125	3,0492	51,9	5,0476
	"				
13	ანაბაზინ-სულფატი	2540	3,4048	100	—
	"	1690	3,2279	72,2	5,5888
	"	1125	3,0492	55,6	5,1434
	"	750	2,8751	48,9	4,9724
	"	500	2,6990	25,0	4,3255

მიღებული ნასალის საფუძველზე აგებულ იქნა გრაფიკები, განისაზღვრა CL-50-ის სიდიდე, მისი ცდომილების ზღვრები და მრუდის დახრილობა.

მე-2 ცხრილიდან ჩანს, რომ გამოცდილი პრეპარატები CL-50 შემთხვევაში მკურნალობაზე მოქმედების სიძლიერის მხრივ ასე ლაგდებიან: გუზათიონი > მეთილეთილთიოფოსი > თიოფოსი > კარბოფოსი > ტრიქლორმეტაფოსი-3 და ციდიალი > Bi-58 > ტროლენი > ფოზალონი > როდოციდი > ანაბაზინ-სულფატი > ქლოროფოსი > მერფოტექს იოლი; CL-16-ის შემთხვევაში: გუზათიონი > მეთილეთილთიოფოსი > თიოფოსი > ტრიქლორმეტაფოსი-3 > კარბოფოსი > ფოზალონი > ტროლენი > ციდიალი და Bi-58 > როდოციდი > ქლოროფოსი > ანაბაზინ-სულფატი > მერფოტექს იოლი. CL-84-ის შემთხვევაში: გუზათიონი > მეთილეთილთიოფოსი > თიოფოსი > ციდიალი და Bi-58 > კარბოფოსი და ტრიქლორმეტაფოსი-3 > ტროლენი > ფოზალ-

ნა და როდოციდი < მერფოტექს ოილი და ანაბაზინ-სულფატი > ქლოროფოსი. CL-50-ის ცდომილების ზღვრების განხილვა გვიჩვენებს, რომ ტოქსიკურობის მხრივ სხვა დანარჩენ პრეპარატებთან სარწმუნო განსხვავებები აქვთ გუზათიონს, მეთილეთილთიოფოსს, თიოფოსს, კარბოფოსს, ტრიქლორმეტაფოს-3-ს, ცილიალს, Bi-58-ს, ტროლენს, როდოციდს.

ცხრილი 2

ფოსფორორგანული პრეპარატების შედარებითი ეფექტურობა ვაშლის მენაღმე ჩრჩილის მატლებზე

№ს/ს	პრეპარატები	CL-50 (მგ/ლ)	CL-16	CL-84	CL-50-ის ცდომილების ზღვრები		მრუდის დასრულობა
					ქველა	ზედა	
1	გუზათიონი	69,18	52,48	93,33	64,6	73,7	5,263
2	მეთილეთილთიოფოსი	100,0	58,88	169,8	93,5	106,5	2,857
3	თიოფოსი	182,0	120,2	269,2	171,7	192,3	4,166
4	კარბოფოსი	269,2	131,8	549,5	223,9	314,5	2,222
5	ტრიქლორმეტაფოსი	295,1	104,7	549,5	232,2	357,8	2,564
6	ცილიალი	295,1	173,8	489,8	262,6	327,6	3,030
7	Bi-58	302,0	173,8	489,8	258,8	345,2	3,125
8	ტროლენი	323,6	166,0	602,5	288,1	359,1	2,380
9	ფოზალონი	398,1	151,4	1000,0	334,6	461,6	1,694
10	როდოციდი	575,4	331,1	1000,0	505,3	645,5	1,351
11	ქლოროფოსი	955,0	263,1	2455,0	812,5	1197,5	1,666
12	მერფოტექს ოილი	1148,0	724,4	1738,0	1076,6	1219,5	3,846
13	ანაბაზინ-სულფატი	912,0	436,5	1738,2	747,2	1076,8	2,272

არასარწმუნო განსხვავებებია კარბოფოსსა, ტრიქლორმეტაფოს-3-სა, ცილიალსა, Bi-58-სა და ტროლენს შორის, აგრეთვე ქლოროფოსსა, მერფოტექს ოილსა და ანაბაზინ-სულფატს შორის.

ჩვენ ცდებში შეინიშნება, რომ თიო- და დითიოფოსფორმქავას ეთერები მეტი ტოქსიკურობით ხასიათდებიან, ვიდრე ორთოფოსფორმქავას ეთერები. ქიმიურად მსგავსი პრეპარატების განხილვა გვიჩვენებს, რომ მეთილეთილთიოფოსის შემთხვევაში მეთილის (CH₃) რადიკალის ჩანაცვლება ერთი ეთილის რადიკალით ზრდის ტოქსიკურობას; ამიტომ მეთილეთილთიოფოსი უფრო ტოქსიკურია, ვიდრე თიოფოსი. ანალოგიური მდგომარეობაა ტროლენსა და ტრიქლორმეტაფოს-3-ის შემთხვევაში, სადაც მეთილის ერთი რადიკალის მაგივრად ჩანაცვლებული ეთილის რადიკალი ზრდის ტოქსიკურობას. ეს მაგალითები გვაფიქრებინებს, რომ თიოფოსფორმქავას ეთერების მსგავს ნაერთებში ტოქსიკურობის მაჩვენებელია მეთილისა და ეთილის რადიკალების დაკავშირება ფოსფორთან, ხოლო იმ შემთხვევაში, თუ ერთი და იგივე რადიკალები გვექნება (დიმეთილი, დიეთილი), მაშინ ტოქსიკურობა შედარებით ნაკლები იქნება, ვიდრე წინა შემთხვევაში.

ამრიგად, ზემოთ განხილული მონაცემებიდან ჩანს, რომ აღნიშნული პრეპარატები, განსაკუთრებით: გუზათიონი, მეთილეთილთიოფოსი, თიოფოსი,

კარბოფოსი, ტრიქლორმეტაფოსი-3, ციდიალი, Bi-58, ტროლენი და ფონა-
ლონი მნიშვნელოვნად აღემატებიან ტოქსიკურობით ანაბაზინ-სულფატს და შე-
საძლებელია წარმოებაში მათი ფართოდ გამოყენება.

საქართველოს სსრ მეზღაღობის, მევენახეობისა და
მეღვინეობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი

(რედაქციის მოუვიდა 6. 8. 1966)

ЭНТОМОЛОГИЯ

Г. Н. АЛЕКСИДЗЕ

ИЗУЧЕНИЕ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ПРОТИВ ЯБЛОННОЙ МИНИРУЮЩЕЙ МОЛИ

Резюме

Массово распространившись за последние годы в ряде районов Грузинской ССР, яблонная минирующая моль (*Lyonetia clerckella* L.) наносит сильные повреждения насаждениям яблони и других плодовых культур. Питаясь паренхимой, гусеницы моли на листьях образуют мины. При сильных повреждениях листья преждевременно засыхают и опадают. Путем соответствующих учетов нами установлено, что в ноябре 1964 г. в Гардабанском районе (с. Цхети) в четырехлетнем саду каждое дерево сорта Шампанский ранет потеряло от моли 15%, а в 1965 г. — 21,5% листьев.

Против этой моли в природных условиях на указанных деревьях нами испытан ряд фосфорорганических соединений. Эталонном был взят применяемый в производстве анабазин-сульфат. Каждый препарат был испытан в пяти концентрациях и четырех повторностях. Соотношение между концентрациями (d) составляло 1,5. Полученные данные были обработаны методом пробитного анализа. По графику были определены CL-50 зона ошибок CL-50 и наклон кривой. Испытанные фосфорорганические соединения по эффективности расположились в следующей последовательности: гузатион > метилэтилтиофос > тиофос > карбофос > трихлорметафос-3 > цидиал > Bi-58 > тролен > фозалон > родоцид > анабазин-сульфат > хлорофос > мерфотексоил.

დავოწმებულ ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. К. Герасимов. Моли минеры. I. Средне-Азиатские. Изв. Ленингр. ин-та борьбы с вредителями в сельском и лесном хозяйстве, 1932.
2. И. Д. Батнашвили и Ш. М. Супаташвили, К биологии минирующей моли (*Lyonetia clerckella* L.) и методы борьбы против нее в условиях Грузии. Труды ГСХИ, т. 17, 1942.
3. С. А. Карумидзе. Химические средства защиты растений. М., 1960.
4. К. А. Гар. Методы испытания токсичности и эффективности инсектицидов. М., 1963.
5. Г. В. Гегенава. Математическая обработка опытных данных по токсичности ядохимикатов. Труды Ин-та защиты растений ГССР, т. 14, 1961.

ი. ჯამბაზიშვილი

ყვარლის რაიონში გავრცელებული უღვაწფირფიტოვანთა
(COLEOPTERA, SCARABAEIDAE) შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდიაძემ 20.9.1966)

ყვარლის რაიონის უღვაწფირფიტოვანთა ფაუნა დღემდე არ ყოფილა საგანგებო კვლევის ობიექტი და ლიტერატურაშიც ამ საკითხზე ძალზე მცირე ცნობები მოგვეპოვება [1]. საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის ზოოლოგიის განყოფილების ფონდებში ამ რაიონიდან მოპოვებული უღვაწფირფიტოვანთა ფაუნისტური მასალის არც ერთი ეგზემპლარი არაა დაცული.

საკვლევი რაიონი თავისი გეოგრაფიული მდებარეობისა და ლანდშაფტის თავისებურებებით კვლევა-ძიებისათვის უარესად საინტერესოა, კერძოდ ამ კუთხის უღვაწფირფიტოვანთა ფაუნის შესწავლის თვალსაზრისით.

ჩვენ მიზანს შეადგენდა საქართველოს სხვა რაიონებთან შედარებით ამ უმუხვადგენი რაიონის უღვაწფირფიტოვანთა სახეობრივი შემადგენლობის გამოვლინება, მანვე სახეობების დადგენა და მუზეუმის ზოოლოგიური ფონდების შევსება.

სამარშრუტო გამოკვლევები ჩვენ ჩავატარეთ 1966 წლის ივნისში საკვლევი რაიონის შემდეგ ადგილებში: შილდის, ენისლის, გრემის, ახალსოფლის, ოქტომბრის, გავაზისა და თვით ყვარლის მიდამოებში. შესწავლილია აგრეთვე ღურუჯისა და ბურსას ხეობები, ზურგიძვალას მთა და ყვარლის ტერიტორიაზე მდებარე მდ. ალაზნის ნაპირები, ე. ი. შესწავლილია ამ რაიონის როგორც მაღალი, ისე დაბალი ზონები, ხეხილის ბაღები, ვენახები, ბოსტან-ბაღჩეები, ერთწლიანი და სხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურები.

ყვარლის რაიონი მდებარეობს საქართველოს სსრ უკიდურეს აღმოსავლეთ ნაწილში, რომლის ტერიტორია მოიცავს კავკასიონის მთავარი ქედის სამხრეთ ფერდობებსა და კახეთის ვაკის ნაწილს. ყვარლის რაიონში ჰავა კონტინენტალურია — სუბტროპიკულამდე გარდამავალი და ხასიათდება ზომიერად ნოტიო, ცხელი ზაფხულითა და ზომიერად ცივი ზამთრით.

ამ რაიონის ვაკე ნაწილში დიდი ადგილი უჭირავს ალუვიურ-ტყის უკარბონატო, უმეტესად თიხნარ ნიადაგებს; მთის ზონაში და უფრო ზემოთ კი ძირითადად ტყის ყომრალი და გაეწრებული ნიადაგებია.

საერთოდ, კახეთის კავკასიონი და მათ შორის ყვარლის რაიონში შემავალი ფლორა მეზოფილური ელემენტებითაა მდიდარი. კახეთის მთიანი მხარის მცენარეული საბურველი უმთავრესად წიფლის ტყეებითაა წარმოდგენილი; გარდა ამისა, გვხვდება მუხა, ცაცხვი, რცხილა და სხვა. უფრო ზევით კი ალპური საძოვრებია. ხეობებში, ტყიანი სარტყელის ფარგლებში ბევრგანაა შემორჩენილი კოლხეთის მცენარეულობის წარმომადგენლები: ურთხმელი, ძელქვა, წყავი, ბზა და სხვა.



საკვლევი რაიონის დაბალი ზონა, ე. ი. ალაზნის ვალში მხარის მცენარეული საბურველი კოლხეთის მცენარეულობის მსგავსია. ვაკის ფარგლებში ყველაზე ვრცელი ტყის მასივები თავმოყრილია ყვარლის რაიონის ფარგლებში. ესაა ტიპობრივი ლეშამბიანი ტყე, შედგენილი მუხით, ვერხვით, ლაფნით, რომლებიც გადახლართულია კატაბარდის, გარეული ვაზისა და სუროს ღეროებით. ცხადია, საკვლევი რაიონის ზემოაღნიშნული თავისებურებები გავლენას ახდენს ულვაშფირფიტოვანთა ფაუნის სახეობრივ შედგენილობაზე და მის გავრცელებაზე.

ყვარლის რაიონში მოპოვებული ულვაშფირფიტოვანთა სახეობრივი შედგენილობა

1. *Gestrupes stercorarius* L.

გავაზი, მდინარე ალაზნის ნაპირები — 23.VI. სათიბ სავარგულზე, ნაკელში.

2. *G. caucasicus* Weise.

ზურგიძვალას მთა — 23.VI, მდელიზე, ნაკელში.

3. *Aphodius erraticus* L.

ენისელი — 21.VI. დურუჯის ხეობა — 23. VI. ტყეში, ნაკელში.

4. *A. subterraneus* L.

ბურსას ხეობა — 24.VI. ფოთლოვან კორომში, ნაკელში.

5. *A. depressus* Rug.

ბურსას ხეობა — 24.VI. ტყეში, ნაკელში.

6. *A. gagatinus* Men.

ზურგიძვალას მთა — 23. VI. მდელიზე, ნაკელში.

7. *A. nitidulus* F.

გავაზი, მდინარე ალაზნის ნაპირები — 25. VI. მდელიზე, ნაკელში.

8. *A. immundus* Creutz.

ყვარელი — 26. VI. ვაზის ნაპირზე, ნაკელში.

9. *A. alpinus* Scop.

ზურგიძვალას მთა — 23. VI. მდელიზე, ნაკელში.

10. *Heptaulacus sus* Hbst.

ბურსას ხეობა — 24.VI. ფოთლოვან კორომში, ნაკელში.

11. *Gymnopleurus serratus* Fisch.

ყვარელი — 19, VI. სათიბ მდელიზე,

შილა — 20.VII, გავაზი — 25. VI, მდელიზე, ნაკელში.

12. *Onthophagus taurus* Schreb.

გრემი — 21. VII. გავაზი — 25, VI. სათიბ სავარგულზე, ნაკელში

13. *O. coenobita* Hbst.

ბურსას ხეობა — 24.VI. ფოთლოვან კორომში, ნაკელში.

14. *O. fracticornis* Preysl.

დურუჯის ხეობა — 23. VI. ფოთლოვან კორომში, ნაკელში.

15. *O. vacca* L.

ყვარელი — 19, VI, ახალსოფელი — 22. VI. მდელიზე, ნაკელში.

16. *O. nuchicornis* L.

ოქტომბერი — 22, VI, მდელოზე, ნაკელში.

17. *O. ruficapillus* Brulle.

ყვარელი — 19. VII, გავაზი — 25, VI, მდელოზე, ნაკელში.

18. *Caccobius schreberi* L.

გრემი — 21. VI, გზის ნაპირზე, ნაკელში.

19. *Copris lunaris* L.

გრემი — 21. VI, ოქტომბერი — 22. VI, მდელოზე, ნაკელში.

20. *Oniticellus fulvus* Gz.

ყვარელი — 19. VI, გრემი — 21. VI, გზის ნაპირზე, ნაკელში.

21. *Oryctes nasicornis* L.

ახალსოფელი — 22. VI, ყვარელი — 26. VI, მდელოზე, ნაკელში.

22. *Anomala dubia* Scop.

ყვარელი — 26. VI, ბოსტანში.

23. *Blitopertha lineolata* F. W.

ყვარელი — 19. VI, გავაზი — 25. VI, სათიბ სავარგულზე.

24. *Anisoplia signata* Fald.

გრემი — 21, VI, სათიბ სავარგულზე.

25. *Polyphylla olivieri* Cast.

ყვარელი — 26, VI, ვენახში.

26. *Amphimallon solstitialis* L.

შილდა — 20. VI, გრემი, ენისელი — 21, VI, სათიბ სავარგულზე.

27. *Trichius fasciatus* L.

გრემი — 21, VI, გზის ნაპირზე, ანწლის ყვავილზე.

28. *Valgus hemipterus* L.

ყვარელი — 19, VI ვენახში.

29. *Epicometis senicula* Men.

ყვარელი — 26. VI, ხეხილის ბაღში.

30. *Oxythyrea cinctella* Schaum.

ყვარელი — 19. VI, ოქტომბერი — 22. VI, გავაზი — 25. VI. სათიბ სავარგულზე.

31. *Cetonia aurata* L.

შილდა — 20. VI. ახალსოფელი — 22. VI. ბალახეულ მცენარეთა ყვავილებზე.

32. *Potosia cuprina* Motsch.

ოქტომბერი — 22. VI. ყვარელი — 26. VI. ხეხილის ბაღში.

33. *P. hungarica* var. *armeniaca* Men.

შილდა — 20. VI. ყვარელი — 26. VI მზესუმზირას ნათესში.

ამგვარად, ყვარლის რაიონში ჩვენ მიერ მოპოვებულია 33 სახეობა, რომელიც გავრთიანებულია 20 გვარში. ამასთან მოპოვებული მასალის მეტი ნაწილი ჩვენ მიერ პირველადია აღნიშნული ყვარლის რაიონისათვის.

მოპოვებული სახეობებიდან ტყის, ვაზის, ხეხილისა და სხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მავნებლებია: *Anomala dubia*, *Anisoplia signata*, *Polyphyla olivieri*, *Amphimallon solstitialis*, *Valgus hemipterus*, *Epicometis senicula*, *Oxythyrea cinctella*, *Potosia cuprina*, *P. hungarica* var. *armeniaca*.

კავკასიის ენდემებს ეკუთვნიან: *Aphodius gagatinus*, *A. alpinus*, *Geotrupes caucasicus*, *Epicometis senicula*, *Potosia hungarica* var. *armeniaca*.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

აკად. ს. ჯანაშიას სახელობის

საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმი

(რედაქციას მოუვლიდა 20.9. 1966)

ЭНТОМОЛОГИЯ

Я. С. ДЖАМБАЗИШВИЛИ

К ИЗУЧЕНИЮ ПЛАСТИНЧАТОУСЫХ (COLEOPTERA, SCARABAEIDAE), РАСПРОСТРАНЕННЫХ В КВАРЕЛЬСКОМ РАЙОНЕ

Резюме

В течение июня 1966 г. путем маршрутных обследований нами было зарегистрировано в Кварельском районе 33 вида пластинчатых, объединенных в 20 родах. Большинство этих видов впервые отмечены в указанном районе. Вредными для сельского и лесного хозяйств оказались девять видов.

Эндемиком Кавказа оказались пять видов (*Aphodius gagatinus*, *A. alpinus*, *Geotrupes caucasicus*, *Epicometis senicula*, *Potosia hungarica* var. *armeniaca*).

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Д. Тулашвили. Материалы к изучению хлебных жуков в Грузии. Труды Ин-та защиты растений, т. XIII, 1960.

ბ. კაკულია, ვ. დვინაძე

თელას დიდი ცილაჭაგისა (*SCOLYTUS SCOLYTUS* F.)
 ნემატოდოფაუნა აღმოსავლეთ საქართველოში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდაძემ 14.7.1966)

Scolytus scolytus F.-ის ნემატოდოფაუნა საბჭოთა ენტომოპლემინთოლოგების მიერ არაა შესწავლილი [1]; უცხოელთაგან კი აღნიშნული სახეობის ნემატოდები შესწავლილია რიუმის [2], ოლდჰამისა [3] და გუდვის [4] მიერ. 1965—1966 წლებში ჩვენ მიერ წლის სხვადასხვა დროს ნემატოდების გამოკვლევის მიზნით *Scolytus scolytus* F. მასალა ავიღეთ თბილისის, ბოლნისისა და გარდაბნის რაიონებში. გაკვეთილ იქნა სულ 132 ხოჭო. ამავე დროს ნემატოდების აღმოჩენის თვალსაზრისით გამოკვლეულია ამ ხოჭოს ნაფხვენი. მასალა ავიღეთ თელას სხვადასხვა ნაწილში (ხის ტანზე, ტოტსა და წვერზე). განაზომები აღებულ იქნა ფიქსირებული მასალიდან. *Scolytus scolytus* F.-ის ნაფხვენის გამოკვლევის შემდეგ რეგისტრირებულია ნემატოდების 6 სახეობა:

1. *Sychnotylenchus intricati* Rühm, 1956

ჩვენი მონაცემები	რიუმის მონაცემები
♀ L=700-794 მიკრონი	♀ L=792-990 მიკრონი
D=30-34 მიკრონი	D=32-42 მიკრონი
a=23,34-23,33	a=23,57-24,75
b=6,66-6,61	b=7,27-7,91
c=31,81-39,70	c=38,08-41,68
v%=90,81-91,42	v%=91,21-91,92
♂ L=600 მიკრონი	♂ L=734-864 მიკრონი
D=22 მიკრონი	D=21-32 მიკრონი
a=30,00	a=27,00-35,00
b=6,00	b=6,91-7,27
c=30,00	c=36,00-38,63.

აღნიშნული ნემატოდი 1956 წელს აღწერა რიუმმა [2] (გერმანია) *Scolytus intricatus* Rats.-ის ნაფხვენში. რიუმი თვლის, რომ ნემატოდები წარმოადგენენ კომენსალებს. მათი ლარვები ლოკალიზდებიან ხოჭოს ელიტრების ფრთების ქვეშ, ხოლო ზრდასრული ფორმები ამავე ხოჭოს ნაფხვენის ბინადრები არიან. ჩვენ მიერ ამ ნემატოდის სქესმწიფე ფორმები რეგისტრირებულია *Scolytus scolytus* F.-ს ნაფხვენში, ხოლო ლარვები—ამავე ხოჭოს ელიტრების ქვეშ.



Sychnotylenchus intricati Rühm, 1956 პირველად სსრ კავშირში ჩვენ მიერაა ნაპოვნი *S. scolytus* F.-ში.

2. *Bursaphelenchus xerokarterus* (Rühm, 1956) Goodey, 1960

ჩვენი მონაცემები	როუმის მონაცემები
♀ L=584-600 მიკრონი	♀ L=600-930 მიკრონი
D=20-20 მიკრონი	D=21-28 მიკრონი
a=26,20-31,00	a=25,71-37,96
b=9,73-10,33	b=8,56-12,08
c=24,32-25,83	c=20,00-29,52
v%=68,49-74,14	v%=73,33-79,78
♂ L=600-800 მიკრონი	♂ L=680-825 მიკრონი
D=20-18 მიკრონი	D=16-21 მიკრონი
a=30,00-44,44	a=31,43-31,15
b=13,33-10,00	b=10,00-13,10
c=27,27-36,36	c=24-34,38.

ეს ნემატოდაც პირველად როუმმა აღწერა *Scolytus scolytus* F.-ის ნაფხვენში; სსრ კავშირში კი იგი პირველად ჩვენ მიერაა რეგისტრირებული იმავე ხოჭოს ნაფხვენში. როუმი მიუთითებს, რომ *Bursaphelenchus xerokarterus*-ი, *S. scolytus* F.-ის სპეციფიკური ნემატოდაა.

3. *Ectaphelenchus scolyti* Rühm, 1956

ჩვენი მონაცემები	როუმის მონაცემები
♀ L=400-700 მიკრონი	♀ L=900-1185 მიკრონი
D=16-18 მიკრონი	D=25-28 მიკრონი
a=31,31-41,41	a=32,14-48,36
b=6,66-12,33	b=8,03-17,82
c=2,85-4,11	c=2,86-4,08
v%=65,00-77,02	v%=65,00-75,49
♂ L=540-660 მიკრონი	♂ L=690-755 მიკრონი
D=18-18 მიკრონი	D=21-21 მიკრონი
a=30,00-36,66	a=32,85-36,42
b=6,07-7,03	b=6,79-8,41
c=26,66-21,29	c=25,50-27,05

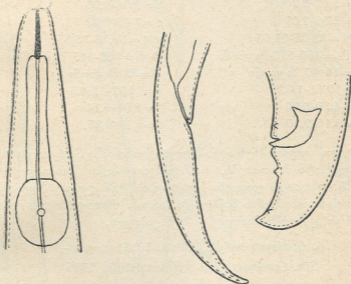
აღნიშნული ნემატოდაც როუმმა აღწერა *S. scolytus* F.-ის ნაფხვენში. იგი მიუთითებს, რომ *Ectaphelenchus scolytus* ექტოპარაზიტია. სსრ კავშირში ეს ნემატოდა პირველად ჩვენ მიერაა ნაპოვნი.

4. *Parasitaphelenchus oldhami* Rühm, 1956

ჩვენი მონაცემები	როუმის მონაცემები
♀ L=960-1210 მიკრონი	♂ L=728-1124 მიკრონი
D=20-22 მიკრონი	D=20-22 მიკრონი
a=48,00-55,00	a=36,40-51,09
b=16,00-18,61	b=12,55-17,29
c=26,66-34,03	c=33,09-40,22.
v%=75,41%-75,21%	

ამ ნემატოდის ლარვები პირველად ინგლისში ოლდჰამის მიერ იქნა შესწავლილი *Scolitus scolitus* F.-ის სხეულში (1930 წ.). ჩვენი აზრით, ეს ლარვები *Parasitylenchus scolytus*-ს მიეკუთვნებიან. *Parasitaphelenchus oldhami* რიუმმა ნოჰო *Scolitus scolitus*-ის სხეულის ღრუში ნაპოვნი ლარვებით აღწერა.

ჩვენ *Scolytus scolitus*-ის ნაფხვენში ვიპოვეთ *Parasitaphelenchus oldhami*-ს სქესმწიფე ფორმები. ქვემოთ მოგვყავს ამ ნემატოდის აღწერა და ვაჭყევნებთ მის ორიგინალურ სურათებს.



სურ. 1. *Parasitaphelenchus oldhami* Rühm, 1956

- ა — ნემატოდის სხეულის წინა ნაწილი.
- ბ — დედლის სხეულის უკანა ნაწილი.
- გ — მამლის სხეულის უკანა ნაწილი.

Parasitaphelenchus oldhami-ის დედლისა და მამლის სხეული გრძელი და წვრილია (♀♀ L=760-770, ♂♂ L=790-1024, D=20-20 მიკრონი). თავის ექვსი ბორცვი მომრგვალებული, მაღალი და თანაბარი სიმაღლისაა. ბორცვები სხეულისა და ერთმანეთისაგან შესამჩნევადაა გამოყოფილი. სტილეტი გრძელი და ვიწროა (14 მიკრონი), სტილეტის ბაზალური ნაწილი ოდნავ შემსხვილებულია. საყლაპავი გრძელი და ვიწროა. ფიბრილარული ბუღბუღი ოვალური ფორმისაა.

დედალი. ვულვა სხეულის შუა ნაწილშია. ვულვის ტუჩები ოდნავ წინაა წამოწეული; საშო ვიწროა და მოკლე. პოსტვულვარული ჩანთა გრძელი და ვიწროა (50×10 მიკრონი). კუდი მოკლეა და ბლავი (32-38 მიკრონი). ანალური ხვრელი ჩანს.

მამალი. მოკლე კუდზე (24-28 მიკრონი) განლაგებულია 3 წყვილი პაპილა. მათ შორის ერთი წყვილი ადინალურადაა მოთავსებული და მეჭვისე-

ბურია. სპეკულა შეზრდილია და ოდნავ დეფორმირებულის შთაბეჭდილებას სტოვებს (სურ. 1).

5. *Panagrolaimus scheucherae* Rühm, 1956

ჩვენი მონაცემები	რიუმის მონაცემები
♀ L=524-520 მიკრონი	♀ L=600-720 მიკრონი
D=32-30 მიკრონი	D=46-49 მიკრონი
a=17,33-16,37	a=13,19-14,70
b=5,02-5,24	b=5,04-8,23
c=8,66-7,09	c=7,45-8,23
v% = 57,06-59,60	v% = 53,33-55,35
♂ L=490-570 მიკრონი	♂ L=585-645 მიკრონი
D=36-40 მიკრონი	D=35 მიკრონი
a=13,61-14,25	a=16,71-18,43
b=4,30-5,70	b=5,09-6,14
c=8,16-9,50	c=6,19-8,38.

ეს ნემატოდა რიუმის მიერ აღნიშნულია გერმანიაში *Scolytus scolytus* F.-ის ნაფხვენში. მკვლევარი მიუთითებს, რომ ეს ნემატოდები წარმოადგენენ კომენსალებს. *P. scheucherae*-ეს ლარვები ელიტრების ქვეშ ლოკალიზდებიან, ხოლო სქესმწიფე ფორმები ნაფხვენის ბინადრები არიან. *Panagrolaimus scheucherae* Rühm, 1956 სსრ კავშირში პირველად ჩვენ ვიპოვეთ.

6. *Goodeyus scolyti* (Rühm, 1956) n. grad.

Sin. Goodeyus ulmi scolytus Rühm, 1956

ჩვენი მონაცემები

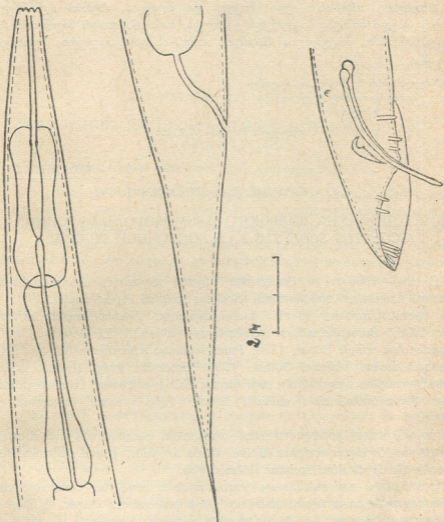
♀ L=1020 მიკრონი	♂ L=540-730 მიკრონი
D=40 მიკრონი	D=20-30 მიკრონი
a=25,50	a=24,33-27,00
b=7,71	b=4,07-4,50
c=10,20	c=24,33-27,00.
v% = 54,90-51,87.	

რიუმის მონაცემები

♂ L=660 მიკრონი	♀ L=750 მიკრონი
D=20 მიკრონი	D=92 მიკრონი
a=33,00	a=18,20
b=6,00	b=6,66
c=30,00	c=9,49
v% = 56,80-58,69%.	

Scolytus scolytus F.-ის ნაფხვენის დამუშავების შემდეგ რეგისტრირებულია გვარ *Goodeyus*-ის მრავალი პოპულაცია, რომელიც მივაკუთვნეთ *Goodeyus*

ulmi scolytus Rühm, 1956, მაგრამ დეტალური დამუშავების შემდეგ აღმოჩნდა, რომ არსებობს განმასხვავებელი ნიშნები, რის შედეგადაც ქვესახეობა *Goodeyus ulmi scolytus* Rühm, 1956 ავიყვანეთ *Goodeyus scolyti*-ის სახეობამდე.



სურ. 2. *Goodeyus scolyti* (Rühm, 1956) n. grad. ა—ნემატოდის სხეულის წინა ნაწილი. ბ—დედლის სხეულის უკანა ნაწილი. გ—მამლის სხეულის უკანა ნაწილი.

ჩვენ მიერ დადგენილია შემდეგი განმასხვავებელი ნიშნები:

1. *Goodeyus ulmi*-ის დედლის კუდი მოკლე და ბლაგვია, ხოლო *Goodeyus scolytus*-ისა—გრძელი და ბოლო ძაფისებურია. დემანის ფორმულის ინდექსიც განსხვავებულია (9,2-10,20 : 6,75-10,20).

2. მამლებში *G. scolyti*-ის გუბერნაკულუმის ფორმა მკვეთრად განსხვავებულია *G. ulmi*-ის გუბერნაკულუმისაგან.

3. *G. scolyti*-ის სპიკულა ფორმითა და სიგრძით შესამჩნევად განსხვავდება *G. ulmi*-ის სპიკულასაგან.

4. *Goodeyus scolyti*-ს მამლების კუდი გრძელი და წამახვილებულია, ხოლო *Goodeyus ulmi*-ის კუდი მოკლე და ბლაგვია. ზემოთ აღნიშნული განმასხვავებელი ნიშნები საფუძველს გვაძლევს, რომ *G. scolyti* მივიჩნიოთ სახეობად. შრომაში მოცემულია *Goodeyus scolyti*-ის ორიგინალური სურათები (სურ. 2).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია.
 ზოოლოგიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 20.9.1966)

П А Р А З И Т О Л О Г И Я

Г. А. КАКУЛИЯ, Ц. Г. ДЕВДАРИАНИ

НЕМАТОДОФАУНА БОЛЬШОГО ИЛЬМОВОГО ЗАБОЛОННИКА (*SCOLYTUS SCOLYTUS* F.) В ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ

Р е з ю м е

В 1965—1966 гг. в Восточной Грузии изучалась нематоδοфауна большого ильмового заболонника (*Scolytus scolytus* F.) на ильме.

Зарегистрировано шесть видов нематод: *Sychnotilenchus intricati* Rühm, 1956; *Bursaphelenchus xerokarterus* (Rühm, 1956) Goodey, 1960; *Ectaphelenchus scolyti* Rühm, 1956; *Panagrolaimus scheucherae* Rühm, 1956; *Parasitaphelenchus oldhami* Rühm, 1956; *Goodeyus scolyti* (Rühm, 1956) n. grad., которые отмечаются для фауны СССР впервые. Половозрелые формы *Parasitaphelenchus oldhami* Rühm, 1956 также описываются впервые.

На основании морфологических признаков выделяется в самостоятельный вид *Goodeyus scolytus* (Rühm, 1956) n. grad., ранее считавшийся подвидом *Goodeyus ulmi scolytus* Rühm, 1956.

Основанием для выделения этого вида в качестве самостоятельного послужили следующие признаки: а) форма хвоста самок, б) форма губернакулума и спикулы, в) различия в индексах формулы де Мана.

დაბოვებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Флора СССР. Жесткокрылые, т. XXXI. М.—Л., 1952.
2. W. Rühm. Die Nematoden der Ipiden, 1956.
3. J. N. Oldham. On the Infestation of Elm Bark-Beetles (Scolytidae) by a Nematode, *Parasitilenchus Scolyti* n. sp. J. Helminthology, vol. VIII, 1930.
4. J. Goodey. A new species of the nematode genus *Cylindrogaster*. J. Helminthology, vol. VIII, 1930.

Д. Т. ПАТАРАЯ, А. Г. КУЧАЕВА

К ИЗУЧЕНИЮ РАСПРОСТРАНЕНИЯ АКТИНОМИЦЕТОВ В ПОЧВАХ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Н. Н. Кеуховели 24.9.1966)

Лучистые грибки широко распространены в природе. По данным Н. А. Красильникова [1], актиномицеты составляют до 65% общего числа микроорганизмов в почве. Из актиномицетов получен ряд ценных продуктов: антибиотики, витамины, ферменты, стимуляторы роста растений и животных и др. Нет сомнения в том, что среди актиномицетов имеются культуры, способные образовывать не менее ценные вещества.

Познание закономерностей распространения лучистых грибов в природе и особенно в почве является необходимой предпосылкой для изыскания и изучения новых видов актиномицетов—продуцентов биологически активных веществ.

Наиболее подробные указания мы находим в работах Н. А. Красильникова с соавторами [2] и Е. Н. Мишустина [3], установивших, что степень распространения микроорганизмов, в том числе актиномицетов, в различных почвах различна и зависит от типа почв, ее окультуренности, механического и химического состава и других факторов.

Нами же выявлена степень распространения актиномицетов в почвах Грузии, установлены систематические группы и изучены некоторые свойства выделенных актиномицетов.

Вопрос распространения лучистых грибов в почвах СССР освещен в ряде работ. В табл. 1 представлены суммарные сведения по обследованию почв Союза и установлению в них видового состава актиномицетов. Как видно из таблицы, качественный состав лучистых грибов в различных районах различен. Согласно данным таблицы можно сказать, в каких почвах какие виды актиномицетов преобладают. Так, в почвах Дальнего Востока и Средней Азии более всего распространены виды *A. griseus* и *A. globisporus* (до 26—34%), тогда как в почвах Башкирии эти виды представлены только 4—6%. В почвах Армении преобладают *A. laven-dulae* (12,2%), в почвах Памира—*A. verticillatus* (20,6%).

Таблица 1

Количественное соотношение групп и видов актиномицетов в различных почвах СССР

Район обследования	Количество образцов почвы	Количество выделенных актиномицетов	Основной групповой состав выделенных актиномицетов, %	Литературный источник
1	2	3	4	5
Якутия	4	100	<i>A. griseus</i> — 45 <i>A. globisporus</i> — 33 <i>A. albus</i> — 12 <i>A. rectus</i> — 6 <i>A. ruber</i> — 3	[9]
Кольский п-в	9	411	<i>A. globisporus</i> — 60 <i>A. griseus</i> — 28	[10]
Казахстан	13	187	<i>A. globisporus</i> — 32,4 <i>A. albus</i> — 20,8 <i>A. viridis</i> — 16,4 <i>A. griseus</i> — 7,2 <i>A. violaceus</i> — 4,0	[11]
Памир	25	863	<i>A. verticillatus</i> — 20,5 <i>A. leovorix</i> — 16 <i>A. fradiae</i> — 10 <i>A. globisporus</i> — 7,5 <i>A. lavendulae</i> — 7,0	[12]
Дальний Восток	7	135	<i>A. griseus</i> — 26 <i>A. globisporus</i> — 14 <i>A. chromogenus</i> — 12 <i>A. cilindrosporus</i> — 9 <i>A. griseovariabilis</i> — 4,5	[13]
Башкирия	45	1386	<i>A. circulatus</i> — 10,3 <i>A. viridis</i> — 10,1 <i>A. chromogenus</i> — 6,2 <i>A. albus</i> — 6,1 <i>A. griseus</i> — 6 <i>A. globisporus</i> — 4,8 <i>A. olivaceus</i> — 4,2	[14]
Средняя Азия	15	4300	Серые — 34,3 Глобиспориновые — 20,6 Зелено-желтые — 21,6 Красные — 15,9 Фиолетовые — 7,95 Белые — 3,6 Синие — 3,4	[15]
Украина	310	7649	<i>Aureus</i> — 17,4 <i>Criseus</i> — 14,4 <i>Lowendula-roseus</i> — 10,8 <i>Helooolus</i> — 12 <i>Violaceus</i> — 7,6 <i>Chrysomallus</i> — 6,3 <i>Chromogenus</i> — 5,0	[16]

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	
Армения	27	1026	<i>A. lavendulae</i>	— 12,6	[17]
			<i>A. flavus</i>	— 8,0	
			<i>A. chromogenus</i>	— 7,1	
			<i>A. globisporus</i>	— 4,6	
			<i>A. fradiae</i>	— 3	
Закарпатье	35	1360	<i>A. fradiae</i>	— 12,2	[18]
			<i>A. globosus</i>	— 5,8	
			<i>A. albus</i>	— 5,0	
			<i>A. chromogenus</i>	— 4,4	

Данные о микробном составе почв Грузии весьма ограничены. А. А. Образцова [4], обследовав красноземы Грузии, отметила, что актиномицеты встречаются в них на корнях старых растений. Т. Т. Жарикова и др. [5] установили, что в горнолесных и бурых почвах распространены лучистые грибки вида *A. lavendulae*, *A. flavoviridis*, *A. coelicolor*, *A. violaceus*. В. Д. Кузнецов [6] изучил красноземы Зеленого мыса и выявил в них актиномицеты, относимые к видам *A. globisporus*, *A. globosus*, *A. olivaceus*. В. Д. Гогоуадзе [7, 8] обследовала целинные почвы и почвы, занятые чайными плантациями, указав при этом, что больше всего актиномицетов (до 23,9%) отмечается в почвах молодых чайных плантаций. А. П. Кемоклидзе [19] на основании изучения распространения проактиномицетов в почвах Грузии обнаружила, что актиномицеты встречаются в черноземных и красноземных почвах.

В настоящей работе мы задались целью обследовать характерные почвы Грузии, выявить распространение в них актиномицетов, изучить групповой состав и некоторые свойства выделенных культур.

Материал и методика

Образцы почв брались в июле и августе 1965—1966 гг. на глубине 0—25 см. Обследовались черноземные, красноземные, горнолуговые, каштановые, болотистые почвы. Было взято 60 образцов почвы, из которых выделено свыше 1300 актиномицетов. Высев почвы, изучение культурально-морфологических и других свойств актиномицетов проводились по методам, принятым в лаборатории Н. А. Красильникова и описанным в руководстве [1]. Почвенные образцы высевались трехкратно. Рассев производили из почвенных суспензий 1:100; 1:1000; 1:10000. Антагонистические свойства актиномицетов проверяли на тест-микробы: *Staph. aureus* 209, *Bac. coli*, *Bac. subtilis*, *Sacchar. cerevisiae*, *Candida albicans*, *Verticillium dahlia*, *Slerotia bataticola*.

Результаты исследования

Данные о количественном составе микроорганизмов в различных почвах приведены в табл. 2.

Количественный состав микроорганизмов в различных почвах
(в тыс. на 1 г сухой почвы)

Тип почвы		Общее количество микроорганизмов на крахмально-аммиачной среде	Из них актиномицетов	
			к-во	%
Чернозем	Окультуренная	2687	480	17,8
	Целина	980	200	20,0
Горнолуговая	Окультуренная	1913	324	16,7
	Целина	3360	920	27,0
Краснозем	Окультуренная	1140	160	14,3
	Целина	1416	104	7,4
Каштановая	Окультуренная	10610	4600	43,3
	Целина	2400	720	30,0
Болотистая	Окультуренная	6100	146	2,2
	Целина	7120	80	1,1

Как видно из таблицы, большое количество актиномицетов (43,3%) отмечается в окультуренной каштановой почве, тогда как в окультуренной болотистой почве их содержится 2,2%.

В целинных черноземных и горнолуговых почвах актиномицетов больше (20 и 27%), чем в окультуренных (17,8 и 16,7%).

В красноземах актиномицеты содержатся в сравнительно небольшом количестве: в целинных почвах—7,4%, в окультуренных—14,3%.

В табл. 3 приведены антагонистические свойства выделенных лучистых грибов. Согласно данным таблицы, актиномицеты-антагонисты выделяются из всех пяти типов почвы. Наибольший процент их (до 86) содержится в черноземе, наименьший в красноземных почвах (48,7).

Таблица 3

Антагонистические свойства выделенных актиномицетов

Типы почвы	Количество образцов почвы	Количество выделенных актиномицетов	Из них антагонистов		Активность по отношению к							
					грамположительным бактериям		грамотрицательным бактериям		грибам		дрожжам	
			к-во	%	к-во	%	к-во	%	к-во	%	к-во	%
Чернозем	21	370	318	86,0	92	28,8	28	8,8	96	30,0	102	32,0
Горнолуговая	20	440	372	80,0	122	32,7	32	8,9	112	30,0	106	28,4
Краснозем	8	160	78	48,7	32	41,0	2	2,5	20	25,6	24	30,0
Болотистая	5	126	76	60,0	16	21,0	10	13,1	32	42,1	18	23,6
Каштановая	6	182	136	74,6	66	47,7	6	4,4	42	30,0	22	16,1
Всего	50	1278	980	70,7	328	30,0	78	7,8	302	30,7	272	27,5

Актиномицеты, выделенные из различных почв, обладают антагонистическими свойствами по отношению к взятым тест-микробам. Они оказывают примерно одинаковое действие: на грамположительные бактерии—в пределах 28,7—47%, на грамотрицательные—2,5%—8,8, на грибы и дрожжи—16—32%.

Однако обращают на себя внимание актиномицеты, выделенные из болотистых почв. Несмотря на небольшое количество, они обладают широким спектром действия, подавляя грамположительные бактерии (21%), грамотрицательные бактерии (13,1%), грибы (42,1%) и дрожжи (23,6%).

Таблица 4

Групповой состав выделенных актиномицетов

Типы почвы	Общее к-во актино- мицетов	<i>Griseus</i>		<i>Violaceus</i>		<i>Chromo- genus</i>		<i>Fradiae</i>		<i>Globisporus</i>		<i>Glaucus</i>	
		к-во	%	к-во	%	к-во	%	к-во	%	к-во	%	к-во	%
		Чернозем	382	208	54,4	26	6,7	12	3,1	14	3,8	10	2,6
Горнолуговая	446	236	52,4	48	10,0	28	6,2	26	5,8	24	5,3	8	1,7
Краснозем	172	114	66,3	24	14,5	6	3,2	4	2,3	2	1,1	2	1,1
Каштановая	182	70	37,4	18	9,8	16	8,7	18	9,8	18	9,8	18	9,8
Болотистая	120	68	56,6	6	5,0	14	11,6	12	10,0	—	—	—	—

Типы почвы	Общее к-во актино- мицетов	<i>Olivaceus</i>		<i>Ruber</i>		<i>Lau- dulae</i>		<i>Viridis</i>		<i>Auranti- cus</i>		<i>Coelico- ler</i>		<i>Sterilis</i>	
		к-во	%	к-во	%	к-во	%	к-во	%	к-во	%	к-во	%	к-во	%
		Чернозем	382	8	2,0	26	6,8	8	2,0	22	5,7	4	1,0	4	1,0
Горнолуговая	446	24	5,1	—	—	14	3,1	2	0,4	—	—	2	0,4	28	6,2
Краснозем	172	—	—	—	—	6	3,4	2	1,1	—	—	—	—	—	—
Каштановая	182	4	2,1	—	—	—	—	—	—	4	2,1	6	3,2	10	5,4
Болотистая	120	4	3,3	10	8,3	4	3,3	—	—	—	—	—	—	8	6,6

В табл. 4 приведены данные по групповому составу выделенных актиномицетов. Во всех пяти исследуемых типах почвы преобладающее количество выделенных актиномицетов относится к серой группе *Griseus*—от 37,4 в каштановой до 66,3% в красноземной почве. Довольно широко распространены актиномицеты фиолетовой группы *Violaceus*—от 5,0 в болотистой до 14,5% в красноземной почве.

Актиномицеты групп *Chromogenus* и *Fradiae* выделены в большом количестве из болотистых почв (11,6 и 10%), тогда как актиномицеты групп *Globisporus*, *Glaucus*, *Viridis* и *Coelicoler* в этой почве не обнаружены.

Актиномицеты групп *Fradiae*, *Globisporus* и *Glaucus* выделены в значительном количестве из каштановой почвы.



Актиномицеты группы *Ruber* выделены только из черноземной и болотистой почв.

Небольшой процент (в пределах 1—2) актиномицетов группы *Aurantiacus* выделен из черноземной и каштановой почв. Актиномицетов группы *Coelicoler* встречается сравнительно мало (в пределах 1—32%).

В дальнейшем мы будем изучать свойства каждой группы отдельно.

Работа выполняется в Институте микробиологии АН СССР под руководством чл.-корр. АН СССР проф. Н. А. Кrasilъникова.

Выводы

1. Выделены и изучены некоторые свойства актиномицетов из черноземной, горнолуговой, красноземной, каштановой и болотистой почв Грузии.

2. Актиномицеты обнаруживаются во всех пяти типах почвы, в наибольшем количестве (до 43,3%) — в окультуренной каштановой почве и в наименьшем (2,2%) — в болотистой почве.

3. Актиномицеты-антагонисты выделяются из всех пяти типов почвы в пределах 48,7—86%. Выделенные актиномицеты обладают широким спектром действия по отношению к грамположительным и грамотрицательным бактериям, грибам и дрожжевым организмам.

4. Состав актиномицетов представлен 13 различными группами. Преобладающее количество актиномицетов относится к следующим группам: *Griseus* — от 37,4 до 66,3%; *Violaceus* — от 5 до 14,5%; *Chromogenus* — от 3,2 до 11,6%; *Fradiae* — от 3,8 до 10%.

Академия наук Грузинской ССР

Институт ботаники

(Поступило в редакцию 24.9.1966)

მიკრობიოლოგია

დ. პატარაია, ა. კუჩაევა

საქართველოს ნიადაგებში აქტინომიცეტების გავრცელების
შესწავლის შესახებ

რეზიუმე

შრომში განხილულია შავმიწა, წაბლა, მთა-მდელოს ქაობისა და წითელმიწა ნიადაგებში აქტინომიცეტების გავრცელება და მათი ანტაგონისტური თვისებები.

საქართველოს ნიადაგებში გავრცელებულია 13 სხვადასხვა ჯგუფის აქტინომიცეტი — ანტაგონისტები, რომელთა შორისაც უფრო მეტი რაოდენობით გვხვდება შემდეგი ჯგუფის წარმომადგენლები: *griseus* — 37,4 — 66,3%, *Violaceus* — 5 — 14%, *Chromogenus* — 3,2 — 11,6% და *Fradiae* — 3,8 — 10%.

წაბლა განაყოფიერებულ ნიადაგებში აქტინომიცეტების შემცველობა უდრის 43,3%-ს. მაშინ როდესაც განაყოფიერებულ ჭაობის ნიადაგებში მისი რაოდენობა 2,2%-ია.

შავმიწა, მთამდლოს ყამირ ნიადაგებში აქტინომიცეტების რაოდენობა 27—20%-ია, ხოლო განაყოფიერებულ ნიადაგებში მისი რაოდენობა 14,3%-ს უდრის.

შესწავლილი ნიადაგებიდან გამოყოფილ აქტინომიცეტებს აქვს ანტაგონისტური თვისებები გარკვეული ტესტ-მიკრობების მიმართ. გრამ-დადებით ბაქტერიებზე მოქმედებს აქტინომიცეტების 28,8—47%, გრამ-უარყოფითზე—2,5—8,8%, ხოლო სოკოებსა და საფუარებზე — 16,35%. ჭაობიან ნიადაგებიდან გამოყოფილ აქტინომიცეტებს აქვთ მიკროორგანიზმებზე მოქმედების ფართო არე, გრამდადებით ბაქტერიებზე მოქმედებს 21%, გრამ-უარყოფითზე—13%, სოკოებზე—42,1%, ხოლო საფუარებზე—23,6%.

სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებიდან გამოყოფილ აქტინომიცეტებს შორის ანტაგონისტი 48,7-დან 86%-მდე.

მდიდარია ანტაგონისტური თვისებების მქონე აქტინომიცეტებით შავმიწა ნიადაგები (86, %), ხოლო წითელმიწებში მათი რაოდენობა მცირეა (48,7%).

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. А. Красильников. Актиномицеты-антагонисты и антибиотические вещества. Изд. АН СССР, М., 1950.
2. Н. А. Красильников, А. Г. Коренько, О. Н. Артамонова. Распространение актиномицетов-антагонистов в почвах СССР, Микробиология, XXII, 3, 1953.
3. Е. Н. Мищустин. Закон зональности и учения о микробных ассоциациях почвы. Успехи сов. биол., XXXVII, I, 1954.
4. А. А. Образцова. Микрофлора ризосферы некоторых субтропических растений. Труды Ин-та физиологии растений, вып. 2, 1937.
5. Т. Т. Жарикова, М. В. Нефелова, А. Н. Полин. Распространение актиномицетов-антагонистов в почвах различных географических районах. Микробиология, XXVII, I, 1958.
6. В. Д. Кузнецов. Актиномицеты краснозема Зеленого мыса и их антибиотические свойства. Антибиотики, т. VI, № 10, 1961.
7. В. Д. Гогоуадзе. Микрофлора красноземных почв Грузии. Изв. АН СССР, сер. биол., № 1, 1963.
8. В. Д. Гогоуадзе. Микробиологическая характеристика красноземных почв Грузии. Тбилиси, 1966.
9. Н. С. Егоров, А. И. Полин. Актиномицеты-антагонисты почв среднего течения реки Лены. Микробиология, XXIV, I, 1955.
10. А. И. Коренько, А. Г. Кучаева, И. Е. Мищустина. Распространение актиномицетов-антагонистов в почвах Кольского полуострова. Микробиология, XXIV, I, 1955.
11. З. Ф. Теплякова, Т. Г. Максимова. Распространение актиномицетов в почвах Северного Казахстана. Микробиология, XXVI, 3, 1957.
12. В. Д. Кузнецов. Актиномицеты некоторых почв Памира и их антагонистическое свойство. Микробиология, XXIX, 4, 1960.
31. „მომზებ“, XLVI, № 2, 1967



13. Р. И. Тумаркин. Видовая характеристика и антибиотическое свойство актиномицетов, выделенных из почв Приморья. Микробиология, XXX, 1, 1961.
14. В. Д. Кузнецов. Распространение актиномицетов в некоторых почвах Башкирии. Микробиология, XXXI, 2, 1962.
15. И. К. Соловьева, М. М. Тайг. Характеристика актиномицетного населения почв Средней Азии. Изв. АН СССР, сер. биол., 1962.
16. А. Д. Колюжная, С. М. Портнов, И. П. Майко, З. А. Лысенко, А. М. Брянская. Антагонистическое свойство актиномицетов, выделенных из почв Украины. Антибиотики, т. VII, № 3, 1962.
17. В. Д. Кузнецов. Распространение актиномицетов в некоторых почвах Армении. Микробиология, 32, 5, 1963.
18. В. Д. Кузнецов. Распространение актиномицетов в почвах Закарпатья. Микробиология, XXXII, 3, 1963.
19. А. П. Кемоклидзе. Распространение проактиномицетов в почвах Грузии. Изв. АН СССР, сер. биол., № 2, 1966.

Л. С. НИКОЛАИШВИЛИ

О ВЛИЯНИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА НА ПИАЛЬНЫЕ АРТЕРИИ, СНАБЖАЮЩИЕ КРОВЬЮ КОРУ ГОЛОВНОГО МОЗГА

(Представлено членом-корреспондентом Академии С. Н. Нарикашвили 14.10.1966)

Известно, что при усилении активности коры головного мозга независимо от того, вызвано ли оно электрической стимуляцией коры и ретикулярной формации ствола головного мозга или интравенозной инъекцией возбуждающих веществ (метразола) [1, 2], адекватным раздражением зрительного и обонятельного анализаторов [3, 4] или аппликацией стрихнина на поверхность головного мозга [5, 6], в области активации серого вещества всегда имеют место увеличение мозгового кровотока и локальное расширение расположенных на поверхности мозга и снабжающих кровью кору больших полушарий пиальных артерий [5, 7]. Однако все еще остаются недостаточно выясненными те физиологические механизмы, которые осуществляют влияние с коры на стенку пиальных сосудов и обуславливают увеличение кровотока.

Существует гипотеза, согласно которой местная дилатация сосудов и увеличение кровотока при усилении электрической активности коры осуществляются углекислым газом, выделяющимся в большом количестве в области усиления окислительного метаболизма. Благодаря большой диффузионной способности, CO_2 должен легко диффундировать сквозь мембраны нервных клеток в среду, окружающую пиальные артерии, а отсюда в стенки кровеносных сосудов. Предполагается, что CO_2 влияет непосредственно на гладкомышечные элементы стенок мозговых артерий, вызывая их расширение, и, таким образом, обуславливает усиление кровотока [8—10]. Действительно, было отмечено, что при усилении электрической активности коры в оттекающей от головного мозга венозной крови количество CO_2 увеличивается на 2—11 мм рт. ст. (хотя это имело место не во всех случаях) [11]. При усилении электрической активности в коре интактного головного мозга, вызванном стимуляцией ретикулярной формации ствола головного мозга или интравенозной инъекцией метразола, наряду с увеличением кровотока, на поверхности коры головного мозга—в области пиальных артерий — напряжение CO_2 увеличивалось с 28 до 34 мм рт. ст. [12].

Однако остается неизвестным, во-первых, может ли CO_2 влиять непосредственно на стенку артерий снаружи и, во-вторых, может ли указанное выше количество CO_2 обуславливать значительную дилатацию пиальных артерий. Показано лишь, что усиление кровообра-



щения в коре наблюдается при увеличении содержания CO_2 в омывающей мозг снаружи жидкости с 0 до 35% [13].

Задачей настоящей работы было выяснить каково влияние углекислого газа на стенки пиальных артерий при увеличении его концентрации в среде, окружающей сосудистые стенки.

Методика

Опыты проводили на 50 кроликах, находившихся под поверхностным уретановым наркозом. Изучалось влияние CO_2 на артерии мягкой мозговой оболочки при увеличении его концентрации в среде, окружающей сосудистые стенки. С этой целью в газометре готовились газовые смеси с различной концентрацией CO_2 (5, 10, 20, 40%) и ими насыщались изотонические (0,16 М) буферные растворы, которыми орошалась поверхность больших полушарий головного мозга. В первой серии опытов в качестве буфера использовался раствор бикарбоната натрия, при котором насыщение раствора углекислым газом приводило к понижению рН. Для получения растворов с разной концентрацией CO_2 , но с постоянным рН в опытах второй серии применяли фосфатный буфер, рН которого соответствовал таковому поверхности коры мозга — 7,25—7,40 [14]. рН растворов контролировался рН-метром (ЛПУ-01).

Насыщенные углекислым газом растворы пропускали через термостатическую систему, в которой они нагревались до 37° , и затем через тонкую полиэтиленовую трубку орошали ими поверхность мозга. Над поверхностью полушарий, на высоте 2—3 мм, было укреплено тонкое стекло, под которым образовывалась камера, где непрерывным потоком проходил изучаемый раствор. У кроликов паутинная оболочка очень тонкая, и поэтому можно было предполагать, что наступало быстрое уравнивание концентрации CO_2 в растворе и в среде, непосредственно окружающей стенки пиальных артерий. В качестве контроля применялись те же растворы, но без CO_2 .

Состояние пиальных сосудов регистрировалось микрофотографически с интервалом в 10 и 15 секунд сквозь стекло, покрывающее поверхность мозга, причем момент каждого снимка регистрировали на кимографе. Во время съемки использовали «холодный» свет люминесцентного осветителя ОИ-18, ультрафиолетовые лучи которого устраняли специальным светофильтром. В дальнейшем на каждом кадре фотопленки при помощи окуляр-микрометра микроскопа измеряли диаметр определенных отрезков артерий. Нанося эти данные на кимограмму, получали кривую, иллюстрирующую всю динамику изменения ширины пиальных артерий во времени. В ряде опытов производилась регистрация общего артериального давления.

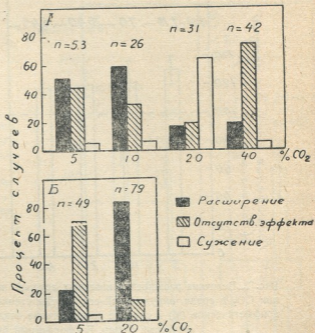
Для выяснения вопроса о возможном влиянии CO_2 на кору и отсюда на пиальные артерии в ряде опытов изучалась электрическая активность коры мозга. Регистрация биотоков производилась четырехканальным чернилопишущим электроэнцефалографом. Биотоки отводились монополярно.

Результаты опытов обрабатывались статистически.

Результаты исследований

В первой серии опытов применяли изотонический раствор бикарбоната натрия, насыщенный разной концентрацией CO_2 . Во время аппликации на поверхность мозга этого раствора, содержащего 5, 10, 20 и 40% CO_2 (соответственно 35, 70, 140 и 280 мм рт. ст.), в различных опытах эффект был непостоянным: получалось как расширение, так и сужение пияльных артерий, а в части опытов эффект вообще отсутствовал. В течение одного и того же эксперимента эффект обычно носил одинаковый характер. При относительно небольших концентрациях CO_2 (5 и 10%) процент случаев, в которых наступало расширение сосудов, был выше (рис. 1, А), а в случаях расширения при малых кон-

Рис. 1. Влияние разной концентрации CO_2 в среде, непосредственно окружающей пияльные артерии, на их ширину. А — изотонический бикарбонатный буфер, в котором рН раствора, содержащего от 5 до 40% CO_2 , изменялся в пределах от 7,10 до 6,45. Б — изотонический буфер с постоянным рН 7,30



центрациях CO_2 степень вазодилатации была больше (рис. 2, А). Как видно на рис. 2, А, чем выше концентрации CO_2 , тем меньше степень расширения пияльных артерий. Однако разница эффектов между соседними группами была небольшой и статистически недостоверной. Достоверность различия имела место лишь при сравнении групп с 5 и 40% CO_2 ($t=5,4$; $P<0,001$).

Бикарбонат натрия — слабый буфер по отношению к CO_2 , и поэтому при увеличении концентрации углекислого газа с 5 до 40% рН раствора снижался соответственно с 7,30 до 6,45. Для получения растворов, содержащих разную концентрацию CO_2 , имеющих постоянный рН, в опытах второй серии применяли фосфатный буфер, рН которого соответствовал таковому поверхности коры мозга (7,25—7,40).

Во время аппликации на поверхность мозга такого раствора, насыщенного 5 и 20% CO_2 , эффект также был непостоянным, но 20% CO_2 в значительно большем числе опытов вызывали расширение (рис. 1, Б). В случаях расширения артерий степень их дилатации при воздействии 20% CO_2 была больше (34%), чем при воздействии 5% CO_2 (18%) (рис. 2, Б). Разница была статистически достоверной ($t=3,6$; $P<0,001$).

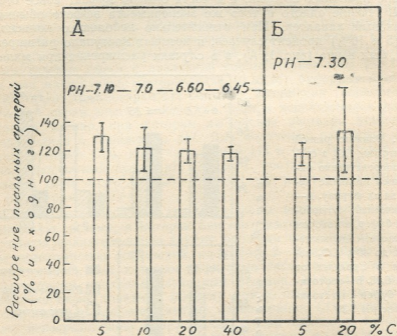


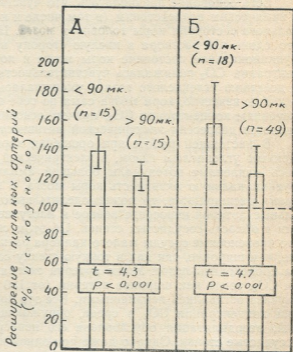
Рис. 2. Величина расширения пиальных артерий при разной концентрации CO_2 в среде, окружающей сосудистые стенки. Приведены средние арифметические (M) и средние квадратичные отклонения (σ). А—бикарбонатный буфер, Б—фосфатный буфер

Калибр изученных пиальных артерий колебался в пределах от 45 до 240 мк. Степень дилатации была тем больше, чем меньше был калибр сосудов. Так, в опытах с бикарбонатным буфером при воздействии 5% CO_2 артерии с исходным диаметром меньше 90 мк расширились на $39 \pm 12\%$, а более крупные артерии—на $22 \pm 10\%$ (рис. 3, А). Разница была статистически достоверной ($t=4,3$; $P<0,001$); в опытах с фосфатным буфером артерии с калибром меньше 90 мк расширились на $60 \pm 29\%$, а крупные артерии—на $25 \pm 20\%$ ($t=4,7$; $P<0,001$) (рис. 3, Б). Продолжительность воздействия CO_2 на пиальные артерии в настоящих опытах составляла 5,5—6 минут. Скрытый период расширения пиальных артерий равнялся 1,2—2,4 минуты, а эффект наблюдался примерно столько же времени, сколько длилось воздействие. Произведенная в ряде опытов регистрация общего артериального давления показала, что никакие концентрации CO_2 на поверхности полушарий не вы-

зывают его изменения, и поэтому наступающее расширение или сужение пиальных артерий можно было приписать местному действию CO_2 .

Из полученных нами данных видно, что CO_2 , находящийся в среде, окружающей пиальные артерии, может вызывать их расширение. При этом эффект мог зависеть от непосредственного вазодилататорного действия CO_2 на стенки пиальных артерий, но, с другой стороны, не была исключена возможность, что CO_2 оказывает непосредственное действие на кору, усиливая ее активность, и отсюда вазодилататорные влияния могли вторично распространяться на пиальные артерии. Для решения этого вопроса в заключительной серии опытов изучались биоэлектрические реакции коры мозга при воздействии таких же растворов на поверхность больших полушарий.

Рис. 3. Величина сосудорасширяющего эффекта углекислого газа на пиальные артерии различного калибра (меньше и больше 90 мк) ($M \pm \sigma$). А—бикарбонатный буфер, действие 5% CO_2 ; Б—фосфатный буфер, действие 20% CO_2 .



При орошении коры мозга раствором, насыщенным углекислым газом, в электрической активности возникали медленные потенциалы высокой амплитуды или же реакции отсутствовали. Это свидетельствовало о том, что CO_2 не вызывает усиления активности коры мозга и не может поэтому обуславливать этим путем расширение пиальных артерий.

Обсуждение

Описанные результаты опытов показывают, что увеличение концентрации CO_2 в среде, окружающей стенки пиальных артерий, может оказывать влияние на их стенки и вызывать вазодилатацию. В экспе-

риментах с бикарбонатным буфером при нарастании концентрации CO_2 от 5 до 40% степень расширения пияльных сосудов уменьшалась от 30 до 18%, несмотря на то что рН раствора смещался в кислую сторону. В случае же фосфатного буфера, когда рН был постоянным и соответствующим таковому поверхности мозга, при нарастании концентрации CO_2 от 5 до 20% степень расширения сосудов увеличивалась от 18 до 34%. Таким образом, чем кислее среда, тем слабее степень дилатации пияльных артерий под влиянием CO_2 . Согласно литературным данным, кислая среда как таковая вызывает вазодилатацию в мозгу [15]. Сказанное говорит о том, что в настоящих условиях опытов просвет пияльных артерий изменялся (расширялся) не от подкисления рН растворов, а под влиянием прямого действия CO_2 на сосудистые стенки.

Есть основание предполагать, что чувствительность стенок артерий к химическим воздействиям (в том числе и к CO_2) зависит от функционального состояния коры головного мозга. Не исключена возможность, что сдвиг рН раствора в кислую сторону воздействовал первично на функциональное состояние коры мозга и потому при увеличении концентрации CO_2 понижалась чувствительность стенок пияльных артерий к действию углекислого газа и уменьшалась степень дилатации.

Как известно, кора мозга сама по себе высоко чувствительна к изменениям концентрации CO_2 , причем основным эффектом гиперкапнии является депрессия электрической активности [16, 17].

В настоящей работе при орошении коры мозга раствором, насыщенным углекислым газом, в электрической активности коры появлялись медленные потенциалы большой амплитуды. Если CO_2 угнетает функциональную активность коры мозга, а пияльные артерии в это время расширяются, то можно сделать вывод, что действие CO_2 на пияльные артерии непосредственное и наступает в результате его диффузии в область сосудистых стенок. Об этом свидетельствует и тот факт, что кровеносные сосуды малого калибра расширяются значительно больше, чем широкие, так как в тонкую стенку сосуда диффузия CO_2 должна происходить легче. Узкие артерии всегда расширялись под влиянием CO_2 , тогда как широкие артерии (от 150 до 240 мк) в большинстве случаев оставались неизменными. Все это показывает, что при увеличении концентрации CO_2 в среде, окружающей стенки пияльных артерий, вазодилатация обусловлена его непосредственным действием на сосудистые стенки. Однако даже при одной и той же концентрации CO_2 эффект на пияльные артерии был непостоянным: наступало либо расширение, либо сужение, либо влияние отсутствовало. Можно предположить, что реакция пияльных артерий зависит не только от концентрации CO_2 в среде, окружающей их, но и от влияния с коры, которая определяет величину и характер реакций пияльных артерий. Однако этот вопрос требует дальнейших исследований.

Выводы

1. Увеличение концентрации CO_2 в среде, окружающей пияльные сосуды, может оказывать непосредственное влияние на стенки артерий мягкой мозговой оболочки независимо от изменений рН раствора.
2. Эффект действия CO_2 на пияльные артерии бывает непостоянным: в одних случаях наступает расширение, в других — сужение, наконец, в третьих реакция отсутствует.

3. Существующие экспериментальные данные пока еще не позволяют решить положительно вопрос об участии CO_2 в механизме возникновения функциональной гиперемии в коре мозга.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физиологии

(Поступило в редакцию 14.10.1966)

ფიზიოლოგია

ლ. ნიკოლაიშვილი

ქერძის მკვებავთა პიალურ არტერიებზე ნახშირორჟანგის გავლენის შესახებ

რეზიუმე

ცნობილია, რომ თავის ტვინის ქერქის აქტივობის გაზრდისას ადგილი აქვს მისი სისხლისმიმოქცევის გაძლიერებას, მაგრამ ამ ფენომენის ფიზიოლოგიური მექანიზმები ჯერ კიდევ არაა საკმარისად შესწავლილი. გავრცელებულია შეხედულება, თითქოს ქერქის სისხლით მომარაგების გაზრდა, მისი აქტივობის გაძლიერებისას, ხორციელდება სისხლძარღვებზე მეტაბოლიტების უშუალო მოქმედებით, რაც განსაკუთრებულ მნიშვნელობას ანიჭებს CO_2 -ს. კერძოდ, ამ ჰიპოთეზის მიხედვით ქსოვილში წარმოშობილი CO_2 —დიფუზიის საშუალებით უნდა იწვევდეს პიალური არტერიების გაფართოებას. მაგრამ ეს ჰიპოთეზა ჯერ კიდევ არაა დამტკიცებული.

ჩვენ მიზნად დავისახეთ გავვერკვია, იწვევს თუ არა CO_2 პიალური არტერიების გაფართოებას, როდესაც მისი კონცენტრაცია იზრდება ამ სისხლძარღვების გარემომცველ სითხეში.

ცდები ჩატარებულია კურდღლებზე. პიალური არტერიების მდგომარეობა რეგისტრირდებოდა მიკროფოტოგრაფიულად. პიალური არტერიების გარემომცველ სითხეში CO_2 -ის კონცენტრაციის გაზრდა ხორციელდებოდა თავის ტვინის ზედაპირის ჩამორეცხვით სხვადასხვა კონცენტრაციის CO_2 -ის მქონე იზოტონური (0,16 M) ხსნარებით. შედეგებიდან ჩანს, რომ პიალური არტერიების გარემომცველ სითხეში CO_2 -ის კონცენტრაციის გაზრდას შეუძლია მოახდინოს მათ კედელზე გავლენა გამოყენებული ხსნარის pH-ის ცვლილებისაგან დამოუკიდებლად, ქერქის დაქვეითებული აქტივობის დროს და ზოგადი წნევის დონისაგან დამოუკიდებლად. აქედან გამომდინარეობს, რომ პიალურ არტერიებზე CO_2 -ის ზემოქმედებით გამოწვეული ეფექტი არაა მდგრადი: მიიღებოდა როგორც გაფართოება, ისე შევიწროება, თუმცა ზოგჯერ ეფექტს არ ჰქონდა ადგილი. შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ პიალური არტერიების რეაქცია დამოკიდებულია არა მარტო მათი გარემომცველი სითხის CO_2 -ის კონცენტრაციაზე, არამედ ქერქიდან ვაზომოტორულ გავლენებზეც.

ღამოწმებულნი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. H. Jasper, T. C. Erickson. Cerebral blood flow and pH in excessive cortical discharge induced by metrazol and electrical stimulation. *J. Neurophysiol.*, 4, 5, 1941, 333.
2. D. H. Ingvar, N. A. Lassen. Regional blood flow of the cerebral cortex determined by krypton⁸². *Acta physiol. Scand.*, 54, 1962, 325.
3. Е. Б. Антошкина и А. И. Науменко. Изменения кровоснабжения корковых концов зрительного и слухового анализаторов при раздражении. *Физиологический журнал СССР*, 46, 11, 1960, 1305.
4. Л. А. Луговой. Кровообращение в отдельных участках коры головного мозга при световых и обонятельных раздражениях. *Бюлл. эксп. биол. и мед.*, 53, 10, 1964, 11.
5. Г. И. Мchedlishvili. Механизмы регуляции мозгового кровообращения. Сообщение 2. Функциональные особенности различных частей артериальной системы мозга. *Труды Ин-та физиологии АН ГССР*, 13, 1963, 147.
6. Д. Ингвар, Г. И. Мchedlishvili и Р. Экберг. Количественные измерения кровотока в коре мозга при судорожной активности. *ДАН СССР*, 166, 6, 1966, 1484.
7. Г. И. Мchedlishvili и Л. С. Николайшвили. Исследование физиологических механизмов корреляции кровоснабжения и функционального состояния коры мозга. *Физиологический журнал СССР*, 52, 1966, 4.
8. C. F. Schmidt. *The cerebral circulation in health and disease*. Springfield, Illinois 1950.
9. L. Sokoloff. The action of drugs on the cerebral circulation. *Pharmac. Rev.*, 11, 1, 1959, 1—85.
10. S. S. Kety. The cerebral circulation. In: *Handbook of Physiology, Neurophysiology*, III, Washington, 1960, 1751—1760.
11. D. H. Ingvar. Cortical state of excitability and cortical circulation. In: *Reticular formation of the brain*, Boston, 1958, 381—408.
12. D. H. Ingvar, B. Siesjö, C. H. Hertz. Measurement of tissue pCO₂ in the brain. *Experimentia*, 15, 8, 1959, 306.
13. F. Gotoh, Y. Tasaki, J. S. Meyer. Transport of gases through brain and their extravascular vasomotor action. *Expl. Neurol.*, 4, 1961, 48—58.
14. R. I. H. Wang, R. R. Sonnenschein. pH of cerebral cortex during induced convulsion. *J. Neurophysiol.*, 18, 2, 1955, 130—137.
15. K. A. C. Elliott, H. H. Jasper. Physiological salt solutions for brain surgery. Studies of local pH and plal vessel reactions to buffered and unbuffered isotonic solutions. *J. Neurosurg.*, 6, 1949, 140.
16. G. H. Pollock. Central inhibitory effects of carbon dioxide. *J. Neurophysiol.*, 12, 5, 1949, 315.
17. K. Krnjevic, M. Randic, B. K. Siesjö. Cortical CO₂ tension and neuronal excitability. *J. Physiol.*, 176, 1, 1965, 105—122.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

И. К. АДАМИЯ

ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ КОСТНОГО МОЗГА
И КРОВЕТВОРНЫХ ОРГАНОВ У ЗДОРОВЫХ МЫШЕЙ
ЛИНИИ С₃НА

(Представлено академиком В. С. Асатиани 28.6.1966)

За последнее десятилетие в эксперименте все шире используются так называемые линии мышей, характеризующиеся определенными онкологическими показателями, причем все больше и больше подчеркивается важность постановки опытов на чистопородных мышах, которыми все чаще начинают пользоваться в лабораториях Советского Союза. Каждой лаборатории, ведущей экспериментальную работу с линейными мышами, необходимо иметь их характеристику, составленную на основании собственных данных.

По данным Е. Е. Погосянца [1], С₃НА-линия мышей является высокораковой и средний возраст мышей этой линии ко времени появления опухолей равен 8—9 месяцам. Опухолевая потенция к 12 месяцам равнялась 86,7%, а к 14 месяцам—100%: мыши линии С₃НА оказались весьма восприимчивыми к канцерогенному действию ортоаминоазотолуола, вызывающего возникновение опухоли печени.

По литературным данным [2—7], мыши разных пород и линий несколько отличаются друг от друга по гематологической характеристике. В доступной литературе мы не нашли гематологическую характеристику мышей линии С₃НА, что и послужило предпосылкой для проведения данной работы.

Периферическая кровь была изучена у 100 животных. В периферической крови у мышей линии С₃НА считывали пять типов клеток: палочкоядерные нейтрофилы, сегментоядерные нейтрофилы, лимфоциты, эозинофилы, моноциты (см. табл. 1).

Данные периферической крови и костного мозга были подвергнуты обработке методом вариационной статистики.

Палочкоядерные нейтрофилы — клетки небольшой величины, протоплазма светло-розового или сиреневого цвета, едва различимая нейтрофильная грануляция. Ядра имеют форму восьмерки, красятся в вишневый цвет. Клетки по величине и характеру протоплазмы и ядра очень похожи на сегментоядерные нейтрофилы.

Сегментоядерные нейтрофилы — клетки небольшой величины, неправильной формы, протоплазма светло-розового цвета, в ней либо нет нейтрофильной зернистости, либо она едва заметна. Ядра различной степени зрелости, более сегментированные, чем у человека, с зазубренными краями, что очень характерно для этой клетки.

Гематологические показатели здоровых мышей линии С₂НА (материалы статистической обработки данных, полученных от 100 здоровых мышей)

Показатели		n	M	s ±	m ±	Минимум	Максимум	
Гемоглобин в г%		100	13,8	2	0,2	13	15	
Эритроциты в тыс.		100	6850	458	45,8	6000	7950	
Лейкоциты		100	9860	1534	153	5000	12000	
Наименование клеток	Палочкоядерные нейтрофилы	%	100	0,18	0,036	0,036	0,5	1
		абс.	100	17	33,6	3,36	91	114
	Сегментоядерные нейтрофилы	%	100	26,3	6,8	0,68	17,5	42
		абс.	100	2553	700	70	1512	4902
	Лимфоциты	%	100	66,3	7,5	0,75	49	78
		абс.	100	6565	1356	135,6	2700	8940
	Моноциты	%	100	5,7	1,9	0,19	2	9
		абс.	100	558	213,5	21,3	99	999
	Эозинофилы	%	100	1,5	0,76	0,076	0,5	3
		абс.	100	155	82	15,2	42	360
	Тромбоциты	%	100	52,6	4,7	0,47	42	62
		абс.	100	357 800	37 910	3791	268 200	448 000
Ретикулоциты в %		100	33,9	4,6	0,46	27	45	
Полихроматофилы на 200 эритроцитов		100	4,3	1,1	0,11	1	8	

Эозинофильные лейкоциты — клетки чуть больше сегментоядерных нейтрофилов, протоплазма полихроматофильная, зернистость в протоплазме более обильная, крупная, имеет оранжевый оттенок. Ядра чаще имеют форму баранки, нередко наблюдается перекручивание их, что придает им вид восьмерки или банта.

Лимфоциты — клетки, преобладающие над всеми форменными элементами. Встречаются лимфоциты малых, средних и больших размеров, что для подсчета не имеет практического значения. Клетки лимфоцитов округлые, с круглым или овальным ядром, окруженным или очень узким, или более широким поясом протоплазмы голубоватосинего цвета. Вокруг ядер заметна светлая перинуклеарная зона. По отношению к протоплазме ядра лимфоцитов велики.

Большие лимфоциты имеют ядра менее правильной формы, угловатые, с выступами или с вдавлениями. Ядра обычно темноокрашиваемые, пикнотизированные.

Моноциты — самые большие клетки крови, неправильной формы. Среди них встречается много таких форм, которые по своему морфологическому строению являются как бы переходными от типичного лимфоцита к моноциту. Протоплазма широкая, серого цвета, в ней видна азурофильная запыленность. Ядра моноцитов большей частью расположены эксцентрично, они бобовидны, образуют выступы, окрашиваются гораздо слабее, чем ядра лимфоцита.

Плазматические клетки — встречаются редко, характеризуются резкой базофилией протоплазмы, овальным, эксцентрично расположенным ядром и наличием вакуоль в протоплазме.

Тромбоциты — это не клетки, а клеточные осколки, которые отшнуровываются от мегакариоцитов в костном мозге. В сухом окрашенном мазке они обычно лежат большими группами и окрашены в вишнево-синий цвет. Форма тромбоцитов то круглая, то овальная, то неправильная.

Эритроциты — отличаются от эритроцитов человека меньшими размерами. Часто встречаются полихроматофильные эритроциты, изредка присутствуют единичные эритроциты с тельцами Жолли.

Ретикулоциты — молодые эритроциты, несколько превышающие диаметром зрелые клетки, форма круглая или овальная, базофильная субстанция хорошо выражена.

В костном мозге у здоровых мышей линии C_3H мы сосчитывали следующие клеточные элементы: нейтрофильные миелоциты, нейтро-

Таблица 2

Клеточный состав костного мозга здоровых мышей линии C_3H
(материалы статистической обработки данных, полученных от 20
здоровых мышей)

Показатели		n	M	$\sigma \pm$	$m \pm$	Минимум	Максимум
К л е т к и в %							
	Миелоциты	20	3,3	0,95	0,21	1,5	4,5
Нейтро- филы	Юные	20	7,9	1,4	0,31	5	10
	Палочкоядерные	20	22	2,5	0,56	10	24,5
	Сегментоядерные	20	29,2	3,4	0,76	25	36,5
Эозино- филы	Юные	20	0,7	0,68	0,15	0,5	2
	Палочкоядерные	20	0,9	0,78	0,17	0,5	2,5
	Сегментоядерные	20	0,7	0,87	0,19	0,5	2,5
Лимфоциты	20	7,3	1,7	0,38	5	10,5	
Моноциты	20	1,6	0,47	0,1	1	2,5	
Макро- бласты	Базофильные	20	0,7	0,56	0,12	0,5	2
	Полихроматофильные	20	1,3	0,83	0,18	0,5	3,5
Нормо- бласты	Базофильные	20	4,7	1	0,22	3	0,5
	Полихроматофильные	20	19,4	3,8	0,88	12,5	24
	Оксифильные	20	0,25	0,37	0,08	0,5	1
Мегакариоциты	20	0,05	0,15	0,03	—	—	0,5
И н д е к с ы							
Лейкобластический	20	2,87	0,53	0,1	2,17	4,0	
Гранулоцитарный	20	2,43	0,52	0,1	1,8	3,5	
Костномозговой нейтрофильный	20	0,21	0,04	0,01	0,16	0,26	
Костномозговой эозинофильный	20	0,31	0,30	0,07	0,33	0,83	
Эритробластический	20	0,76	0,19	0,03	0,01	0,85	

фильные юные, нейтрофильные палочкоядерные, нейтрофильные ментоядерные, эозинофильные юные, эозинофильные палочкоядерные, эозинофильные сегментоядерные, лимфоциты, моноциты. Со стороны красной крови: макробласт базофильный, макробласт полихроматофильный, нормобласт базофильный и нормобласт полихроматофильный оксифильный (см. табл. 2).

Пять видов этих клеток мы уже описали (по мазкам периферической крови), теперь же опишем остальные виды.

Нейтрофильные миелоциты — сравнительно большие круглые клетки, по характеру протоплазмы подобные палочкоядерным нейтрофилам, протоплазма розового цвета, хорошо видна нейтрофильная тонкая грануляция. Ядра круглые, в них хорошо различима одна нуклеола.

Нейтрофильные юные — по величине и характеру протоплазмы сходны с сегментированными нейтрофилами, но имеют ядра в виде баранки грубой структуры, как и ядра сегментированных нейтрофилов, красящие в вишневый цвет. Характер хроматиновой структуры и контуры ядра грубее, чем у миелоцита. В ядрах отсутствует нуклеола.

Эозинофильные юные и эозинофильные палочки — клетки круглые, большие, протоплазма полихроматофильная, зернистость обильная, крупная, окраска оранжево-синяя. Ядра в этих клетках часто встречаются в виде кольца, причем более узкие контуры ядерной ленты свойственны палочкоядерным, а более широкие — юным.

Эритробласты — по форме и величине несколько напоминают лимфоциты, но, в отличие от последних, протоплазма эритробласта имеет вид очень узкого ободка, а чаще вовсе не заметна. Ядра эритробластов красятся в интенсивно темно-фиолетовый цвет, чем заметно отличаются от других клеток.

Макробласты — клетки сравнительно больших размеров, чем нормобласты. В зависимости от гемоглобинизации протоплазмы эти клетки могут быть базофильными, полихромными и оксифильными, причем оксифильные встречаются редко. Ядро макробластов имеет радиальную структуру. Протоплазма базофильных макробластов синего цвета, полихроматофильных серого цвета, ободок протоплазмы всегда узок.

Нормобласты — клетки чуть поменьше, чем макробласты. В них в зависимости от содержания гемоглобина протоплазма может быть базофильная, полихроматофильная и оксифильная. Ободок протоплазмы часто настолько узок, что ядра кажутся оголенными. Ядра круглые, часто эксцентрично расположенные, пикнотические.

Мегакариоциты — клетки больших размеров. Протоплазма сиреневого цвета, содержит мелкую азурофильную грануляцию. Ядра большие, неправильной формы, многолопастные, окрашиваются в чернильный цвет. У здоровых мышей C_3H_A при подсчете формулы костного мозга мегакариоциты не всегда отмечаются.

Гистологический обзор печени, селезенки и тимуса

Печень мыши — сравнительно крупный орган, вес ее 1,3—1,7 г, в основном состоит из семи долей, иногда же — из восьми.

Печень мышей по строению ткани весьма напоминает печень человека. Основой гистологического строения печени является печеночная долька, большая часть которой состоит из печеночно-клеточных трабекул. Между паренхимой соседних печеночных долек границ нет. Печеночные балки в дольках печени имеют преимущественно радиальное расположение. Печеночная долька состоит из тяжелой печеночных клеток, капилляров, проходящих между ними, и относительно крупного венозного стволика, помещающегося в центре дольки центральной вены. На поперечном разрезе каждая печеночная балка состоит из двух клеток, между которыми проходит секреторный желчный капилляр. Клетки печени содержат большей частью по одному ядру, иногда же — по два ядра. В протоплазме печеночных клеток отмечаются протеновые включения в виде мелких зернышек, более или менее густо заполняющих протоплазму.

Стенки сосудов, проходящих внутри дольки между тяжами печеночных клеток, образованы не сплошным слоем эндотелия, а с некоторыми промежутками. Внутривенные сосуды печени являются не обычными капиллярами с непрерывной эндотелиальной стенкой, а синусоидами. Особенностью синусоидов в печени является также присутствие в них звездчатых клеток — купферовских клеток. Они лежат по ходу синусоидов, входя как бы в состав их стенок, а иногда вдаваясь даже в самый просвет синусоидов. Купферовские клетки способны к фагоцитозу, что выражается присутствием в них различных включений, которыми иногда оказываются и обломки эритроцитов. Эти клетки относятся к ретикуло-эндотелиальной системе.

Селезенка мыши — удлиненный орган, длина ее 1,7—2 см, ширина 0,5—0,6 см, вес 0,2 г. Снаружи она покрыта плотной фиброзной капсулой. На обычных разрезах при малом увеличении в селезенке удается различить капсулу, от которой внутрь отходят отдельные перегородки или трабекулы. Капсула и трабекулы селезенки образованы плотной волокнистой соединительной тканью.

Между трабекулами располагается пульпа селезенки. Она имеет темно-красный оттенок и заполнена в основном эритроцитами. Эта красная пульпа и является главной составной частью селезенки. В ней видны островки округлой формы, состоящие из лимфоидных элементов, образующих в совокупности белую пульпу. Скопления из лимфоидных элементов весьма многочисленны, отчего зависит лимфоцитарный характер селезеночной пульпы у мышей. В селезеночной пульпе встречаются также единичные гранулоцитарные элементы с нейтрофильной, эозинофильной и базофильной зернистостью, моноциты и плазматические клетки. Особенностью нормального клеточного состава селезенки мыши является присутствие в ее пульпе мегакариоцитов.

Тимус мышей обычно прикрывает сердце и спаян с клетчаткой средостений. Он состоит из двух маленьких желез. Вес его 10—15 мг.

Тимус по своему строению является лимфо-эпителиальным органом. Как лимфоидный орган, он имеет значение кроветворного органа,

участвующего в образовании белых кровяных телец, эпителиальные его части имеют, по-видимому, антитоксическую функцию.

Тимус представляет собой дольчатый орган, окруженный соединительнотканной капсулой. У мышей отмечают две доли, окруженные общей соединительнотканной капсулой. В каждой доле можно отличить более светлое центрально расположенное мозговое вещество. Оно окружено слоем коркового вещества значительной толщины. Как в корковом, так и в мозговом веществе строма образована отростчатыми клетками, идентичными по своей структуре ретикулярным клеткам лимфоидных органов. Мозговое и корковое вещества заполнены лимфоцитами. В корковом веществе лимфоциты лежат гуще, чем в мозговом. Этим и обуславливается более плотный характер коркового вещества, по сравнению с мозговым.

Характерными образованиями тимуса являются тельца Гассала, представляющие гипертрофированные остатки эпителиальных клеток. Тимус богат сосудами, в корковом и мозговом веществе имеются капиллярные сети.

Институт онкологии
Тбилиси

(Поступило в редакцию 28.6.1966)

ქვეყნის მეცნიერებათა აკადემია

ი. ადამია

C₃HA ხაზის თაგვების პერიფერიული სისხლის, ძვლის ტვინისა და სისხლმზადი ორგანოების ნორმული მონაცემები

რეზიუმე

C₃HA ხაზის თაგვების, როგორც საცდელი ცხოველის, ფართოდ გამოყენება ექსპერიმენტულ ონკოლოგიაში, აუცილებელს ხდის მისი ნორმული პერიფერიული სისხლის, ძვლის ტვინისა და სისხლმზადი ორგანოების ცოდნას, რადგან ცვლილებებზე მსჯელობა გარკვეული ნორმებიდან გამომდინარეობს.

ჩვენთვის ხელმისაწვდომ ლიტერატურაში ვერ ვნახეთ C₃HA ხაზის თაგვების სისხლისა და სისხლმზადი ორგანოების ნორმული შედგენილობის ამსახველი შრომები. ამიტომ მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა ეს საკითხი.

შესწავლილია 100 C₃HA ხაზის თაგვის პერიფერიული სისხლი, 20 თაგვის ძვლის ტვინი და სისხლმზადი ორგანოები (ღვიძლი, ელენთა, თიმუსი).

გამორკვა, რომ ჰემოგლობინის რაოდენობა საშუალოდ უდრის $M=13,8 \pm 2$ გრ%-ს, ერითროციტებისა — $M=6.850.000 \pm 4,580$ 1 მმ³, ლეიკოციტებისა — $M=9860 \pm 1534$ 1 მმ³. ლეიკოციტურ ფორმულაში ჭარბობენ ლიმფოციტები — $M=66,3 \pm 7,5$ %, რითაც პირობადებულია ლეიკოციტური ფორმულის ლიმფოციტური პროფილი.

ძვლის ტვინის უჯრედები წარმოდგენილია ძირითადად სამი მეოთხედი ლეიკოციტებისაგან და ერთი მეოთხედი ერითრობლასტებისაგან.

მიღებული შედეგები წარმოადგენენ საორიენტაციო ნორმებს C_3NA ხაზის თავებისათვის. ეს მონაცემები დაეხმარება მკვლევარს განსაჯოს, თუ რამდენად გამოსადეგია ექსპერიმენტისათვის შერჩეული ცხოველი.

დადოვებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Е. Е. Погосянц. К онкологической характеристике двух высококоракowych линий мышей (А и C_3NA). Труды АМН СССР, Вопросы онкологии, т. 26, 6, 1953, 19—30.
2. А. В. Васильев. Гематология сельскохозяйственных животных. М., 1948.
3. А. М. Гинзбург. Сравнительное исследование картины крови мышей различных линий (пород). Труды АМН СССР, Вопросы онкологии, т. 21, 5, 1952, 198—206.
4. А. Н. Гринченко, А. С. Зверкова. К гематологической характеристике лабораторных мышей линии CC_{57} . Лабораторное дело, № 4, 1964, 248—250.
5. В. Н. Никитин. Атлас клеток крови с.-х. и лабораторных животных. М., 1949.
6. F. Fei. Das weiße Blutbild normaler Mause des stammes Agnes Blulm. Folia haematol., 75, № 4, 1958, 451—470.
7. H. Heinse. Das Blutbild der Mause (Eine Übersicht). II Das normale rote Blutbild. Z. Versuchstierkunde, 1, № 5, 1962, 141—159.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Г. Д. ТУМАНИШВИЛИ, Н. А. ГОЦИРИДЗЕ

О ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЕ РОСТ-СТИМУЛИРУЮЩЕГО
ФАКТОРА ТКАНЕВЫХ ЭКСТРАКТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 2.7.1966)

Установлено, что экстракты органов взрослой курицы при их введении в куриные зародыши вызывают временное ускорение роста гомологичного по отношению к экстракту органа зародыша [1—3]. Химическая природа рост-стимулирующего фактора экстракта в настоящее время не установлена. Известно, что при осаждении белков теплом (нагревание до 60°C) надосадочная жидкость полностью теряет стимулирующую активность [2, 4]. На основании этого было выдвинуто предположение о белковой природе стимулирующего фактора [2, 4]. Возможно, стимулятором является нуклеопротеиновая фракция экстракта. Последнее соображение в большей мере подтверждается данными Иберта и Деланье [5], получивших ускорение роста селезенки куриных зародышей при введении в них микросомальной фракции селезенки взрослой курицы. Вместе с тем, этими авторами было показано, что способностью к избирательной локализации в гомологичном органе зародыша обладает лишь микросомальная фракция ткани взрослого животного. Однако остается неизвестным—какой компонент микросомальной фракции ответствен за эффект стимуляции роста гомологичного органа зародыша и являются ли микросомы активным фактором экстракта.

Для выяснения химической природы рост-стимулирующего фактора экстракта нами было предпринято фракционирование белков экстракта путем осаждения отдельных фракций сульфатом аммония по схеме, описанной Н. Б. Ливановой. Полученные результаты оказались нечеткими. Часто все выделенные фракции проявляли значительную рост-стимулирующую активность, в некоторых же случаях одна и та же фракция (альбумины) вызывала то стимуляцию, то торможение роста соответствующего органа куриного зародыша (исследовалась печень) [6].

В опытах испытывалась белковая фракция, не претерпевающая денатурации вследствие обработки спиртом и сохраняющая после осаждения этиловым спиртом растворимость в 0,14 М или в 0,9% растворе поваренной соли. Как известно, именно эта фракция из тканей (в том числе и печени) млекопитающих обуславливает некоторые эмбриональные индукции в эктодерме хвостатых амфибий [7—9]. По общераспространенному мнению, эта фракция представляет собой рибонуклеопротеин и может быть осаждена стрептомицином [10, 11].

Упомянутая белковая фракция выделялась нами из экстрактов печени, сердца и почки взрослой курицы. Для приготовления экстракта соответствующий орган взрослой курицы измельчался ножницами, растирался в фарфоровой ступке, после чего к полученной кашеце приливался 0,9% раствор поваренной соли. Отношение объема жидкости к весу ткани было равно 1:1. Смесь выдерживалась в течение 1 часа при температуре +4°C, затем фильтровалась через два слоя холста и центрифугировалась в продолжение 10 минут при 3000 g. После этого производилось осаждение белков экстракта, полученного описанным выше способом. Для этого к экстракту приливали равный объем 96° этилового спирта. Полученная взвесь фильтровалась через беззольный фильтр, остатки спирта выпаривались из осадка в вакууме при температуре +2°C, и высушенный осадок ресуспендировался в 0,14 М растворе поваренной соли. Полученная взвесь фильтровалась. Фильтрат содержал белковую фракцию, не теряющую растворимость вследствие обработки и осаждения спиртом, осадок же отбрасывался. Содержащаяся в растворе белковая фракция была условно названа СУ (спиртоустойчивая) фракцией. Вновь осадить СУ фракцию удавалось 96° этиловым спиртом. Осадок высушивался, и появлялась возможность растворить белок в 0,14 М растворе поваренной соли так, чтобы получить раствор с заранее известным содержанием белка. В 5 мл приготовленного раствора содержалось 20 мг фракции. Таким образом, концентрация белка в приготовленном нами растворе СУ фракции была в 10 раз меньше, чем в цельном экстракте печени и мышц курицы [2, 3, 6].

Опыты проводились на 11-дневных куриных зародышах. Раствор СУ фракции вводился в зародыши с помощью микропипетки через отверстие, проделывавшееся в скорлупе и кожистой оболочке. В настоящей серии опытов применялось лишь однократное введение раствора.

Спустя 24 часа после этой процедуры зародыши вскрывались и определялась величина D , представляющая собой отношение веса органа к весу всего зародыша, выраженное в процентах. Как известно, изменения относительного веса печени куриного зародыша, за исключением некоторых особых случаев, довольно хорошо совпадают с изменениями митотической активности в этом же органе [3].

В каждой группе опытов имелся параллельный контроль. Всего проведено пять опытов с введением СУ фракции печени и по одному опыту с введением СУ фракции сердца и почки. Однако в большинстве случаев вместе с относительным весом печени (D_p) определялся относительный вес сердца (D_c). Общее число зародышей и средние значения полученных величин D_p , D_c и $D_{пч}$ (относительный вес почки в процентах) даны в приводимой таблице.

Как видно из таблицы, введение определенных количеств СУ фракции вызывает повышение относительного веса соответствующего органа. Наибольшее увеличение D_p было отмечено при воздействии 0,24 мг вещества (см. рис. 1). Дальнейшее увеличение количества введенного в зародыши вещества вызывает понижение D_p . Вместе с этим повышается количество погибших зародышей. Это обстоятельство

во не позволило нам получить четкие данные при применении 0,40 мг вещества. Максимум на кривой, отображающей зависимость возрастания D_n от количества СУ фракции в некоторых, хотя и редких случаях, соответствует 0,16 мг сухого вещества. Для других органов подобная зависимость пока не установлена и мы применяли лишь одно произвольно подобранное количество СУ фракции.

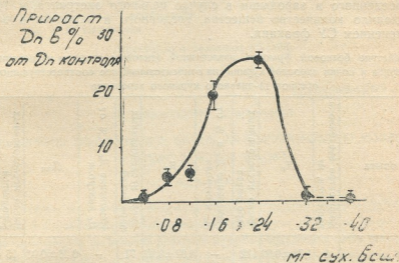


Рис. 1

Как показало взвешивание, средний вес подопытных зародышей практически не отличается от веса контрольных зародышей. Это указывает, что имеющееся различие обусловлено изменением веса печени зародышей, а не последних. То же можно сказать и об остальных органах.

Следует подчеркнуть, что действие СУ фракции обладает четко выраженной органоспецифичностью. СУ фракция, выделенная из печени, не дает статистически достоверного повышения D_c , СУ фракция сердца не стимулирует роста печени, а СУ фракция, извлеченная из почки, также не влияет на величину D_n (см. таблицу).

В специальной серии опытов определялось содержание нуклеиновых кислот в печени контрольных зародышей и зародышей, подвергшихся воздействию СУ фракцией печени взрослой курицы. Оказалось, что СУ фракция печени повышает содержание ДНК и РНК в печени зародышей-реципиентов. Действительно, если в ткани печени контрольных зародышей концентрация фосфора ДНК равна 17 ± 2 мг %, а концентрация фосфора РНК— 86 ± 3 мг %, то в ткани печени зародышей, подвергшихся действию СУ фракции, концентрация фосфора ДНК равна 23 ± 2 мг %, а фосфора РНК — 101 ± 2 мг %. Повышение содержания НК в ткани (Р ни в одном случае не превышает 0,02) указывает на то, что увеличение D_n вследствие воздействия СУ фрак-

нией печени взрослой курицы связано с повышением интенсивности внутриклеточных синтезов.

По всей вероятности, СУ фракция, действительно, представляет собой стимулирующий фактор экстракта. Характерно, что максимальный эффект, полученный в излагаемых опытах, приблизительно равен максимальному эффекту, наблюдающемуся на 24-й час после введения не разделенного на фракции экстракта. Количество же сухого вещества, введенного в зародыши в случае цельного экстракта, в 10 раз превосходило количество вещества, введенного в зародыш в опытах с применением СУ фракции.

Действие белковой фракции, извлеченной этиловым спиртом из печени, сердца и почки взрослой курицы, на относительный вес соответствующих органов 11-дневного куриного зародыша

Тип опыта	Количество введенного вещества, мг	D_n	Число исследованных зародышей	Изменение D_n в % от D_n контроля	D_c	Число исследованных зародышей	Изменение D_c в % от D_c контроля	$D_{пч}$	Число исследованных зародышей	Изменение $D_{пч}$ от $D_{пч}$ контроля
Контроль	0	$1,78 \pm 0,02$	112	—	$0,82 \pm 0,02$	71	—	$0,38 \pm 0,01$	15	—
Экстракт печени курицы	0,04	$1,79 \pm 0,02$	14	0,56	—	—	—	—	—	—
"	0,08	$1,87 \pm 0,01$	12	5,1	—	—	—	—	—	—
"	0,12	$1,88 \pm 0,02$	20	5,6	—	—	—	—	—	—
"	0,16	$2,09 \pm 0,04$	48	19,1	$0,86 \pm 0,02$	39	4,9	—	—	—
"	0,24	$2,13 \pm 0,03$	43	23,9	$0,82 \pm 0,01$	28	0	—	—	—
"	0,32	$1,78 \pm 0,04$	10	0	—	—	—	—	—	—
Экстракт сердца курицы	0,16	$1,77 \pm 0,01$	14	—	1,02	14	27,5	—	—	—
Экстракт почки курицы	0,24	$1,78 \pm 0,02$	15	0	—	—	—	$0,56 \pm 0,02$	15	47,8

Указана достоверность разности между числами, полученными в случае введения СУ фракции в контроле.

Полученные данные не позволяют в настоящее время сколько-нибудь решительно говорить о химической природе рост-стимулирующего фактора экстракта. Возможно, СУ фракция не гомогенна. Кривая зависимости величины прироста D_n от количества введенного в зародыш вещества имеет максимум и весьма похожа на кривую, полученную при применении не разделенного на фракции экстракта печени взрослой курицы. Между тем, именно форма кривой служила одним из аргументов наличия в экстракте двух веществ, противоположным образом влияющих на скорость роста зародышевого органа [6, 12].

Весьма интересным представляется то, что тканеспецифическую стимуляцию роста вызывает фракция, обуславливающая некоторые типы эмбриональной индукции (см. выше). Для объяснения наблюдаемо-

го факта можно предположить следующее: либо СУ фракция представляет собой целый комплекс факторов, по-разному действующих на различные ткани, либо одно и то же вещество может в зависимости от обстоятельств проявлять весьма различные свойства.

В настоящее время ведется дальнейшее исследование физико-химических и биологических свойств СУ белковой фракции тканевых экстрактов.

Академия наук Грузинской ССР
Институт экспериментальной морфологии
им. А. Н. Натишвили

(Поступило в редакцию 2.7.1966)

მასპერინმენტული მიმდინარე

ა. თუშანიშვილი, ნ. გოცირიძე

ქსოვილის მასტრაქტების ზრდის მასტიმულირებალი ფაქტორის
ქიმიური ბუნების შესახებ

რ ე ზ ი მ ე

ცნობილია, რომ ქათმის ორგანოებისაგან მიღებული ექსტრაქტების შეყვანა ქათმის ჩანასახში იწვევს ჩანასახის კომოლოგიური ორგანოს ზრდას. ზრდის მასტიმულირებელი ფაქტორის ქიმიური ბუნება სადღეისოდ არაა დადგენილი.

ჩვენ გამოვიყენეთ ცილოვანი ფრაქცია, რომელიც არ განიცდიდა დენატურაციას ეთილის სპირტით დამუშავების შედეგად და ინარჩუნებდა ხსნადობას 0,14 M სუფრის მარილის ხსნარში. აღნიშნულ ცილოვან ფრაქციას გამოვყოფდით ქათმის ღვიძლიდან, გულიდან და თირკმლებიდან.

ცდები ტარდებოდა 11-დღიან ქათმის ჩანასახებზე. ხსნარის შეყვანიდან 24 საათის შემდეგ ჩანასახებს ვკვეთდით და ვსაზღვრავდით სიდიდე Dn-ს (ორგანოს წონის შეფარდება ჩანასახის მთლიან წონასთან, გამოხატული პროცენტობით). ცდის თითოეულ ჯგუფს თან ახლდა პარალელური კონტროლი.

ფრაქციის გარკვეული რაოდენობით შეყვანა იწვევდა შესაბამისი ორგანოს წონის მომატებას. Dn-ს მომატებული ზრდა აღინიშნებოდა 0,24 მგ ნივთიერების შეყვანის დროს. ნივთიერების რაოდენობის შემდგომი მომატება იწვევდა Dn-ს შემცირებას.

უნდა აღინიშნოს, რომ გამოყენებული ცილოვანი ფრაქცია ხასიათდება ორგანოსპეციფიურობით. ღვიძლიდან მიღებული ფრაქცია არ იწვევს გულის წონის მომატებას, ისევე როგორც გულიდან მიღებული ფრაქციის შეყვანა არ ცვლის ღვიძლის წონას.

როგორც საცდელ, ისე საკონტროლო ჯგუფში ვსაზღვრავდით ნუკლეინის მკვებების რაოდენობას. აღმოჩნდა, რომ ღვიძლიდან მიღებული ფრაქციის მოქმედების შედეგად იზრდება დნმ-სა და რნმ-ს რაოდენობა ჩანასახის ღვიძლში, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ Dn-ს ზრდა დაკავშირებულია უჯრედშიდა სინთეზის ზრდასთან.

მიღებული შედეგების საფუძველზე ჯერ კიდევ არ შეგვიძლია ვილაპარაკოთ ქსოვილის ექსტრაქტის ზრდის მასტიმულირებელი ქიმიური ბუნების შესახებ.

ვფიქრობთ, რომ ჩვენ მიერ გამოყოფილი ფრაქცია წარმოადგენს ექსტრაქტის მასტიმულირებელ ფაქტორს. შეიძლება ვიფიქროთ, რომ აღნიშნული ფრაქცია წარმოადგენს ფაქტორების კომპლექსს, რომელიც სხვადასხვა მხრივ მოქმედებს სხვადასხვა ქსოვილზე, ანუ სხვაგვარად—ერთსა და იმავე ნივთიერებას. სხვადასხვა გარემოებაში, შეუძლია გამოავლინოს სხვადასხვა თვისება.

დასაწყობებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. А. Алов, Н. Ф. Семенова. Активация делений и роста клеток при регенерации. Бюлл. эксп. биол. и мед., № 9, 1958, 913.
2. Г. Д. Тумანიшвили. Стимуляция регенерационного процесса действием тканевых экстрактов. Журнал общей биологии, 19, 1958, 369.
3. Г. Д. Тумანიшвили, Д. Д. Табидзе. Динамика роста печени куриного зародыша в условиях его стимуляции гомологичным тканевым экстрактом. ДАН СССР, 146, 1962, 246.
4. Г. Д. Тумანიшвили, К. М. Джандиери и И. К. Сванидзе. Специфическая стимуляция роста органов куриного зародыша действием тканевых экстрактов. ДАН СССР 106, 1956, 1107.
5. J. D. Ebert, L. E. Delannoy. Ontogenesis of the immune response. Nat. Cancer Inst. Monograph, № 2, 1960, 73.
6. Г. Д. Тумანიшвили. Некоторые вопросы регуляции роста живых тканей. Тбилиси, изд. «Мецნიერება», 1965.
7. L. Saxen, S. Toivonen. The two-gradient hypothesis in primary induction. The combined effect of two types of inductors mixed in different ratios. J. Embryol. Exp. Morphol., 9, 1961, 514.
8. S. Toivonen. The inducing action of the bone-marrow of the guinea-pig after alcohol and heat treatment in implantation and explanation experiments with embryo of Triturus. J. Embryol. a. exp. Morphol., 2, 1954, 239.
9. T. Yamada. Induction of specific differentiation by samples of proteins and nucleoproteins in the isolated ectoderm of Triturus gastrulae. Experientia, 14, 1958, 81.
10. J. Hayashi. The effects of pepsin and tripsin on the inductive ability of pentose nucleoprotein from guinea-pig liver. Embryologia, 4, 1958, 33.
11. T. Yamada. A chemical approach to the problem of the organizer. Adv. Morphol., 1, 1961, 1.
12. Г. Д. Тумანიшвили. Регенерация тканей при воздействии экстрактом, облученным гамма- и рентгеновскими лучами. Труды Ин-та физики АН ГССР, 8, 1962, 110.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Л. Г. БЕЗАРАШВИЛИ

ТРОМБОГЕМОРАГИЧЕСКИЙ СИНДРОМ ПРИ ОСТРОЙ КРОВОПОТЕРЕ

(Представлено академиком К. Д. Эристави 2.7.1966)

При острой массивной однократной кровопотере гемостатическая способность крови столь резко усиливается, что в ряде случаев доходит до внутрисосудистой гемокоагуляции и тромбоза [1, 2].

По данным Д. М. Зубирова [3], у кроликов, которые за 24—48 часов до опыта получали дикумарин и у которых протромбиновый индекс Квика снижался до 20—43%, под влиянием кровопускания развивался тромбоз легочной артерии.

При геморрагическом шоке коагуляцию внутри сосудов отмечают многие авторы [4—6].

В 1902 г. Минаков [7] установил, что при остром обескровливании организма образуются множественные кровоизлияния в сердце. Эти изменения он считал типичными для смерти от кровопотери. Г. А. Ионкин [7] в эксперименте на животных убедился, что кровоизлияния имеют место примерно в 70% случаев. Чем больше и массивнее кровопотеря и чем тяжелее шок, тем реже бывают выражены эти кровоизлияния. Они обнаруживались в головном мозгу, полосатом теле, желудочках мозга, легких, желудочно-кишечном тракте, печени, почках, надпочечниках и реже в селезенке.

У больных, перенесших во время операции терминальное состояние или массивную кровопотерю, в раннем послеоперационном периоде иногда развивались диффузные кровотечения [8], возникновение которых авторы предположительно объясняли изменением свертываемости крови.

Таким образом, при массивных острых кровопотерях были обнаружены как тромбозы, так и кровоизлияния, но объяснения механизма развития этих разнородных изменений никто не дал.

Под нашим наблюдением находилось 15 собак обоего пола, весом 12—22,5 кг. Выпускали кровь, вес которой составлял 3% общего веса тела животного. Кровопускание производилось под местным обезболиванием новокаином, однократно, быстро, через введенную в бедренную артерию полихлорвиниловую трубку.

Наблюдение за функциональным состоянием системы свертывания крови производилось перед кровопусканием, во время него два раза, после него—через 3—5 мин, 1 час и 24 часа, а затем через каждые 5 дней на фоне постгеморрагической анемии.

В настоящей работе рассматриваются данные, полученные в конце кровопускания, непосредственно после его прекращения и через 1 час

после него. Из показателей системы свертывания крови выбраны представляющие специальный интерес: время спонтанного свертывания цельной крови, время рекальцификации, время, характеризующее тромбопластическую активность крови, толерантность плазмы к гепарину, тромбиновое время, количество фибриногена, тест на уровень фракции фибриногена Б в физиологическом фибриногене, который был выполнен двумя методами [9], и фибринолитическая активность крови [10]. Все вышеуказанные тесты, за исключением двух последних, выполнялись методами, приведенными в книге М. С. Мачабели [11].

Для выявления достоверности результатов полученные данные подвергались статистической обработке [12]. Достоверность различий устанавливалась по табл. 1.

Результаты экспериментов

Данные экспериментов, обработанные вариационной статистикой, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Динамика гемостатических изменений, связанных с кровопотерей у собак

Коагулологические показатели	Статистические показатели	Фон	В конце кровопотери (последняя порция)	Через 3—5 мин после прекращения кровопускания	Через 1 час после прекращения кровопускания
Время свертывания крови, мин	$M \pm m$	$4,93 \pm 0,3$	$3,65 \pm 0,44$	$3,45 \pm 2,29$	$2,66 \pm 0,32$
	σ	1,15	1,38	1,14	1,25
	p		<0,01	<0,001	<0,001
Время рекальцификации, сек	$M \pm m$	$83,46 \pm 5,71$	$66,56 \pm 7,92$	65 ± 6	$65,84 \pm 7,3$
	σ	22,1	23,9	21,6	26,3
	p		<0,001	<0,001	<0,001
Время, характеризующее тромбопластическую активность крови, сек	$M \pm m$	$19,58 \pm 0,12$	$18,89 \pm 0,15$	$18,38 \pm 0,17$	$18,27 \pm 0,27$
	σ	0,45	0,46	0,62	0,97
	p		<0,01	<0,001	<0,001
Толерантность плазмы к гепарину, сек	$M \pm m$	$253,53 \pm 9,99$	$206,3 \pm 26,65$	$202,13 \pm 10,88$	$186,69 \pm 10,94$
	σ	38,67	88,22	42,1	39,4
	p		<0,05	<0,001	<0,001
Тромбиновое время, сек	$M \pm m$	$33,08 \pm 1,26$	$31,33 \pm 1,22$	$33,25 \pm 1,27$	$32,58 \pm 1,25$
	σ	4,37	3	4,41	4,33
	p		>0,5	>0,5	>0,5
Количество фибриногена мг/мл	$M \pm m$	$5,5 \pm 0,32$	$4,5 \pm 0,89$	$4,43 \pm 0,22$	$4,13 \pm 0,21$
	σ	1,26	0,36	0,86	0,81
	p		<0,05	<0,001	<0,001

Время спонтанного свертывания цельной крови до опыта колебалось в пределах 3—6 мин, $M \pm m = 4,39 \pm 0,3$ мин, после потери крови, составившей 3% общего веса тела животного (последняя порция), — в пределах 2—6 мин, $M \pm m = 3,65 \pm 0,44$ мин ($p < 0,01$). Непосредственно после прекращения кровопускания и особенно через 1 час после него время свертывания крови еще больше сократилось ($p < 0,001$).

Время рекальцификации после потери крови, составлявшей 3% общего веса тела животного, сократилось от исходного среднего показателя $80,56 \pm 8,7$ сек до $66,56 \pm 7,92$ сек ($p < 0,001$) и продолжало укорачиваться после прекращения кровопускания ($p < 0,001$).

Время, характеризующее тромбопластическую активность крови, у всех собак до опыта колебалось в пределах 19—20 сек, $M \pm m = 19,58 \pm 0,12$ сек. После потери крови оно укоротилось и колебалось в пределах 18,5—20 сек, $M \pm m = 18,89 \pm 0,5$ сек ($p < 0,01$). Сокращение этого теста еще более выражено после прекращения кровопускания ($p < 0,001$).

Время, характеризующее толерантность плазмы к гепарину, до эксперимента колебалось в пределах нормы. После потери крови средний исходный показатель, равный $241,2 \pm 11,44$ сек, сократился до $206,3 \pm 26,65$ сек ($p < 0,01$). Непосредственно после прекращения кровопускания и через 1 час после него время этого теста, по сравнению с исходными показателями, еще больше укоротилось ($p < 0,001$), что говорит об усилении толерантности крови к гепарину.

Тромбиновое время до опыта колебалось в пределах 27—40 сек, $M \pm m = 33,08 \pm 1,26$ сек. Как при кровопускании, так и после него тромбиновое время практически не менялось и колебалось в пределах исходных величин. Разница, по сравнению с исходными величинами, статистически недостоверна.

Таблица 2
Динамика изменений концентрации фибриногена Б

№ собак	До опыта		Во время кровопотери (последняя порция)		После прекращения кровопускания			
					через 3—5 мин		через 1 час	
	1 (†)	2 (‡)	1	2	1	2	1	2
1	—	—	—	—	сг	сг	сг	сг
2	—	—	—	—	сг	—	—	—
3	—	—	—	—	сг	сг	сг	сг
4	—	—	—	—	сг	сг	сг	сг
5	—	—	—	—	—	—	сг	сг
6	—	—	—	—	сг	сг	сг	сг
7	—	—	—	—	—	—	сг	сг
8	—	—	сг (¶)	сг	сг	сг	сг	сг
9	—	—	—	—	—	—	сг	сг
10	—	—	сг	сг	сг	сг	сг	сг
11	—	—	сг	сг	сг	сг	сг	сг
12	—	—	—	—	сг	сг	сг	сг

(† — при добавлении раствора β-нафтола.

(‡ — при добавлении 96° спирта.

(¶ — сгусток.

Концентрация фибриногена до опыта у всех животных была эквивалентна 4—8 мг/мл сухого фибрина, $M \pm m = 5,5 \pm 0,32$ мг/мл. Перед прекращением кровопускания она уменьшалась и колебалась в пределах 5—6 мг/мл, $M \pm m = 4,5 \pm 0,36$ мг/мл ($p < 0,05$). Концентрация фибриногена продолжала уменьшаться непосредственно после прекращения кровопускания и через час после него ($p < 0,001$).



Результаты теста на увеличение фракции фибриногена Б (табл. 2) в параллельных опытах с прибавлением раствора β -нафтола и 96° спирта до начала эксперимента у всех собак расценивались как отрицательные. Перед прекращением кровопускания у трех собак из семи фибриноген Б выпал в виде сгустка. Непосредственно после прекращения кровопускания у восьми собак из 12, а также через 1 час после него у двух животных взятая на фибриноген Б проба была положительной, выпадал сгусток.

Фибринолитическая активность усиливалась через 1 час после кровопускания.

Таблица 3

Динамика изменений фибринолитической активности крови в днях появления 100% лизиса

№ собак	До опыта	Во время кровопотери (последняя порция)	После прекращения кровопускания	
			через 3-5 мин	через 1 час
1	4-й	4-й	4-й	3-й
2	4-й	4-й	4-й	3-й
3	5-й	5-й	5-й	3-й
4	6-й	6-й	5-й	4-й
5	4-й	4-й	4-й	4-й
6	6-й	6-й	5-й	5-й
7	6-й	6-й	6-й	5-й
8	6-й	6-й	5-й	4-й
9	5-й	5-й	5-й	4-й
10	4-й	4-й	3-й	3-й
11	5-й	5-й	5-й	3-й

Обсуждение результатов

Приведенные данные показывают, что как во время кровопотери (последняя порция), так и после прекращения кровопускания укорачивается время свертывания цельной крови, усиливается активность первой фазы гемостаза, снижается уровень фибриногена в третьей фазе и увеличивается фракция Б в физиологическом фибриногене, вторая же фаза остается без изменений, усиливается фибринолитическая активность крови через 1 час после прекращения кровопускания.

По нашему мнению, изменения в первой и третьей фазах гемостаза, несмотря на то что укорочения тромбинового времени не происходит, являются следствием появления в кровотоке минимального количества тромбина, который быстро адсорбируется на тут же образующемся фибрине и временно инактивируется.

Нами доказано, что появление минимального количества тромбина *in vitro* сопровождается изменениями, сходными с полученными после острой кровопотери [13].

На основании анализа полученных данных приходим к заключению, что изменения в свертывающей системе крови как во время, так и после кровопускания протекают по типу тромбгеморрагического синдрома, описанного М. С. Мачабели [14]. Этот синдром характери-

зается гиперкоагулемией в первой, за исключением потребляющегося фактора VIII, и во второй фазах гемостаза и гипокоагулемией в третьей фазе. Чем резче выражена активность в первой и второй фазах гемостаза, тем резче происходит падение активности в третьей фазе. Уровень фибриногена указывает на глубину тромбеморрагического синдрома. Чем ниже падает уровень фибриногена, тем глубже выражен тромбеморрагический синдром. Потребление фибриногена иногда доходит не только до гипофибриногенемии, но и до приобретенной афибриногенемии, и вслед за внутрисосудистым полимикросвертыванием или за тромбозом развивается кровоточивость, связанная как с удалением потребившихся факторов из кровотока, так и со вторичным гиперфибринолизом.

При проведении наших опытов нам не приходилось наблюдать появления тромбов, не развивалась афибриногенемия и поэтому не наблюдалось последующего кровотечения. Однако усиление активности в первой фазе гемостаза, уменьшение количества фибриногена, выпадение фибриногена Б в виде сгустка с последующим усилением фибринолитической активности крови позволяют предположить, что при этом имеет место полимикросвертывание, происходит потребление фибриногена, выражающееся в уменьшении его количества.

Согласно литературным данным [15, 16], при геморрагическом шоке изменения коагуляции объясняются использованием свертывающих элементов крови в процессе внутрисосудистого образования сгустков, в результате чего снижается содержание фибриногена и протромбина в плазме. Такая же картина была получена при эндотоксинном шоке, при внутриаортной инъекции несовместимой крови или тромбина. Тромбеморрагический синдром, развивающийся при различных заболеваниях, сопровождается сходными патоморфологическими и патофизиологическими изменениями [17].

Как известно, при острой кровопотере в качестве лечебного средства наибольшее предпочтение отдается переливанию крови. Между тем, переливание крови само по себе вызывает усиление гемостатической активности. При острой кровопотере необходимо найти такое средство, которое вызовет нормализацию гемостаза. Переливание гепаринизированной крови должно дать хороший результат, так как гепарин не только нейтрализует образовавшийся тромбин, но и предупреждает активацию первой фазы гемостаза и качественные перерождения физиологического фибриногена.

Таким образом, гемостатические изменения, сопровождающие острую, массивную кровопотерю, представляют собой типичный тромбеморрагический синдром, степень которого зависит от скорости и количества кровопотери.

Институт экспериментальной и
клинической хирургии
Тбилиси

(Поступило в редакцию 2.7.1966)

ლ. ბეზარაშვილი

თრომბოპემორაგიული სინდრომი სისხლის მწვავე დაკარგვის დროს

რეზიუმე

სისხლის მწვავე მასობრივი ერთჯერადი დაკარგვის პირობებში 15 ჯანმრთელ ძაღლზე შესწავლილია ჰემოსტაზის სისტემის ცვლილებები ცდის წინ, სისხლის დენის მომენტში ორჯერ და უშუალოდ მისი შეჩერებისა და ერთი საათის შემდეგ.

ცდების შედეგად მიღებული მონაცემებით სისხლის მწვავე დაკარგვისას ჰემოსტაზის ცვლილებები იწყება სისხლის დენის მომენტში და კიდევ უფრო მკაფიოდ არის გამოხატული მისი შეჩერების შემდეგ. აღინიშნება სისხლის შედედების სისტემა I ფაზის გაძლიერება, ფიბრინოგენის რაოდენობის შემცირება, B ფიბრინოგენის გამოვარდნა კოლტის სახით და ფიბრინოლიზური აქტივობის გაძლიერება. მიღებული ცვლილებების ანალიზი უფლებას გვაძლევს ვიფიქროთ, რომ სისხლის დაკარგვისას ადგილი აქვს სისხლძარღვთა შიგნითა მრავლობით მიკროშედდელებს, რაზედაც მიუთითებს ფიბრინოგენის რაოდენობის დაქვეითება.

სისხლის მასობრივი რაოდენობით დაკარგვისას ჰემოსტაზის ცვლილებები ელინდება თრომბოპემორაგიული სინდრომის სახით. ამ სინდრომისათვის დამახასიათებელია ჰიპერკოაგულემია შედედების პირველ და მეორე ფაზაში და ჰიპოკოაგულემია მესამე ფაზაში. ფიბრინოგენის რაოდენობა მაჩვენებელია თრომბოპემორაგიული სინდრომის სიძლიერისა. ძლიერად გამოხატული თრომბოპემორაგიული სინდრომის გამოვლინებისას შეიძლება მოხდეს ფიბრინოგენის სრული მოხმარება და სისხლძარღვთა შიგნით არსებული მრავლობითი მიკროკოლტების ან თრომბების შედეგად განვითარდეს სისხლის დენა.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Г. А. Ионкин, Н. П. Попова. Значение изменений свертывания крови в генезе смерти при острых массивных кровопотерях. Труды Сталинградского мед. ин-та, V, 1945, 16—24.
2. Н. Н. Попова. Изменения свертывания крови при массивных, острых кровопотерях и пептонном шоке. Автореферат, Сталинград, 1950.
3. Д. М. Зубаиров. О ценности некоторых лабораторных тестов для диагностики угрожающего тромбоза. Казанский мед. журнал, 2, 1960, 74—76.
4. H. Tagnon et al. The occurrence of fibrinolysis in shock, with observations on the prothrombin time and the plasma fibrinogen during hemorrhagic shock. Amer. J. med. Sc., 211, 1946, 88—96.
5. R. Turpini, M. Stefanini. The nature and mechanism of the hemostatic breakdown in the course of experimental hemorrhagic shock. J. Clin. Investig., 38, № 1, Part 1, 1959, 53—65.
6. R. Hardaway, J. Burhs. Mechanism of action of fibrinolysin in the prevention of irreversible hemorrhagic shock. Ann. Surg., vol. 157, № 2, 1963, 305—313.

7. Г. А. Ионкин. Об изменении реактивности организма к кровопотере и шоку под влиянием предварительной перерезки седалищного нерва и субкципитальных инъекций фосфорнокислого кальция. Труды Сталинградского мед. ин-та, т. 7, 1948, 68—74.
8. Е. М. Степанян, Е. П. Смиренская. Изменения некоторых компонентов свертывания крови у больных, перенесших массивную кровопотерю или терминальное состояние. Грудная хирургия, № 1, 1962, 41—48.
9. H. Cummine, R. Lyons. A study in intravascular thrombosis with some new conceptions of the mechanism of coagulation. Brit. J. Surg., 35, № 140, 1948, 337—363.
10. М. С. Мачабели. Проба на наличие холодоустойчивого фибриногена Б и некоторые другие коагулологические методы. Лабораторное дело, № 10, 1963, 13—17.
11. М. С. Мачабели. Теория свертывания крови. Тбилиси, 1960.
12. И. С. Ойвин. Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований. Патологическая физиология и экспериментальная терапия, 4, 1960, 76—85.
13. Л. Г. Безарашвили. Гепарин — основной агент противосвертывающей системы. Материалы конфер. по физиол., биохим., фармакол. и клиническому применению гепарина, М., 1965, 9.
14. М. С. Мачабели. Вопросы клинической коагулологии. Тбилиси, 1962.
15. R. Hardaway et al. Studies on the role of intravascular coagulation in irreversible hemorrhage shock. Ann. Surg., vol. 155, № 2, 1962, 241—250.
16. R. Hardaway. The role of intravascular clotting in the etiology of shock. Ann. Surg., vol. 155, march, 1962, 325—338.
17. H. Selye et al. Effect of heparin upon various forms of the thrombohemorrhagic phenomenon (THp). Blood, 26, 5, 1965, 533—540.



მასპერინმენტული მიდვიცინა

ბ. ლაბაშა

თრომბოციტოზური სინდრომი განვითარებული
 მასტარპროკოროალური აპარატის გამოყენების დროს მასპერინმენტში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 2.7.1966)

სისხლის შედედება წარმოადგენს ერთ-ერთ ძირითად პრობლემას, რომელზედაც დამოკიდებულია ოპერაციის წარმატება სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის აპარატის გამოყენების დროს. გართულების თავიდან ასაცილებლად წარმოებს დონორის სისხლის სტაბილიზირება ჰეპარინით და რეციპიენტის ჰეპარინიზაცია. სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის აპარატის გამოყენება ხელს უწყობს სისხლის შედედების სისტემის მთელი რიგი ფაქტორების გააქტივებას.

ოპერაციული ჩარევის დროს ტრავმირებული ქსოვილებიდან განთავისუფლებული ქსოვილოვანი, ლიზირებული ტრომბოციტული და ერითროციტული თრომბოპლასტინის გადასვლას სისხლის ნაკადში მივყავართ ქსოვილოვანი, თრომბოციტული და ერითროციტული წარმოშობის აქტიური თრომბოპლასტიური ფაქტორების გაჩენამდე. რაც უფრო მეტია უცხო ზედაპირთან სისხლის შეხების ფართობი და მექანიკური სიძნელები, იქავე უფრო მეტი სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის აპარატის მუშაობასთან, მით უფრო დიდია ტენდენცია სისხლის ჰიპერკოაგულემიისაკენ. რაც უფრო ხანგრძლივია სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის აპარატის მუშაობის პერიოდი, მით უფრო თვალსაჩინოა სისხლის კოაგულაციური თვისებების ზრდა [1—5]. ჰიპერკოაგულემიის თავიდან აცილება შესაძლებელია ჰეპარინის გამოყენებით.

სისხლის მიმოქცევის აპარატის გამოყენებით ოპერაციები ჩატარებულ იქნა 16—27 კგ წონის უჯიშო ძაღლებზე. გულმკერდის ყაფაზის გახსნის შემდეგ პერფუზიის დაწყებამდე გულის მარჯვენა ყურში შეგვეყავდა ჰეპარინი—2 მგ ერთ კილოგრამ წონაზე. დონორის სისხლი სტაბილიზირდებოდა ჰეპარინით (50 მგ 1 ლ სისხლზე). აპარატის გამორთვის შემდეგ ჰეპარინის ნეიტრალიზაცია რეციპიენტის ორგანიზმში ხდებოდა პროტამინსულფატის ხსნარის წვეთოვანი გადასხმით, რომლის რაოდენობა გამოითვლებოდა ტიტრირების საფუძველზე.

სისხლის შედედების სისტემის კომპონენტების აქტივობის კომპლექსური შესწავლა ხდებოდა ფაზებისა და ცალკეული ფაქტორების მიხედვით ოპერაციამდე, ნარკოზის დროს (გულმკერდის გახსნამდე), აპარატის ჩართვიდან 5 წუთის შემდეგ, უშუალოდ აპარატის გამორთვის მომენტში და პროტამინსულფატის შეყვანიდან 20 წუთის შემდეგ. კომპონენტების აქტივობას ვიკვლევ-



დით: მთლიანი სისხლის სპონტანური შედედების დროს, პლაზმის რეკალციფიკაციის დროს, შრატში პროთრომბინის მოხმარებას, გამოსაკვლევი სისხლის ჰეპარინიზაციის ტიტრს პროტამინსულფატის დახმარებით [6] და ფიბრინოგენის რაოდენობას. ვიღებდით სინჯს B ფიბრინოგენის არსებობაზე და ვიკვლევდით აგრეთვე ჰიბრინოლიზურ აქტივობას.

ექსპერიმენტი ჩატარებულია 15 უჯიშო ძაღლზე. ორ მათგანს სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის აპარატის მუშაობის პროცესში, მიუხედავად სტანდარტული ჰეპარინიზაციისა, სისხლის შედედების სისტემაში აღენიშნებოდა ტენდენცია ჰემოკოაგულაციური უნარის ძლიერი მომატებისაკენ. ეს გამოიხატებოდა სისხლის შედედების სპონტანური დროის შემოკლებით 4—5 წუთიდან 92—128 წამამდე, ხოლო პლაზმის რეკალციფიკაციის დროსა — 99—101 წამიდან 64—86 წამამდე შემოკლებით შრატში პროთრომბინის ნორმალური მოხმარების ფონზე. ჰიპერკოაგულაბილობა პირველ ფაზაში გამოიხატებოდა აგრეთვე იმით, რომ ტიტრირებისათვის აღებული სისხლი ერთ შემთხვევაში შედედდა ჯერ კიდევ პროტამინსულფატის დამატებამდე, ხოლო მეორე შემთხვევაში — როდესაც დამატებულ იქნა 0,04 მგ პროტამინსულფატი. ნორმაში შედედება ხდება მხოლოდ მაშინ, როდესაც სისხლში ჩამატებულია 0,10 მგ პროტამინსულფატი. პლაზმის კუიკის დრო, V—VII ფაქტორების აქტივობა რჩებოდა ნორმის ფარგლებში (11—12 წამი); ხოლო რაც შეეხება ჰემოსტაზის მესამე ფაზას, მასში გამოიყვანდა აშკარა ტენდენცია ჰიპოკოაგულემიისაკენ. ფიბრინოგენის დონემ მნიშვნელოვნად დაიკლო. მშრალი ფიბრინის წონა მერყეობდა 3-დან 1 მგ-მდე (ოპერაციამდე ფიბრინის წონა იყო საშუალოდ 5 მგ). ერთდროულად მოიმატა ფიბრინოლიზურმა აქტივობამ. კოლტი, მთლიანი სისხლისაგან ინკუბირებული 37°C ტემპერატურაზე, 24 საათში თითქმის მთლიანად გაიხსნა. გამოსაკვლევ სინჯარაში, დონორის კოლტისაგან განსხვავებით, შრატი რჩებოდა ზედაპირზე, ხოლო სინჯარის კედლიდან მოცილებული პატარა კოლტი დავარდა ფსკერზე, რაც შეესაბამებოდა ფიბრინოლიზური აქტივობის 75%-ს. გარდა ამისა, პლაზმაში გამოჩნდა ჰიბრინოგენი B. ოპერაციამდე ეს ტესტი იყო უარყოფითი, ხოლო აპარატის ჩართვის შემდეგ გახდა დადებითი — გამოვარდა კრიპროფიბრინი კოლტის სახით.

კოაგულოპათიური მდგომარეობის გამოვლინება სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის აპარატით ოპერაციების დროს მთლიანად ემთხვევა თრომბოპემორაგიულ სინდრომს, რაც მ. მაჩაბელმა აღწერა [7]. სინდრომი ხასიათდება ჰიპერკოაგულაბილობით I ფაზაში და ჰიპოკოაგულაბილობით III ფაზაში, რასაც ვაკვირდებით 15-დან 2 შემთხვევაში. ჰიპერკოაგულაბილობა გამოიხატებოდა მთლიანი სისხლის შედედების დროის აჩქარებაში, პლაზმის რეკალციფიკაციის დროის შემოკლებაში და ჰეპარინიზირებული სისხლის ტიტრირების მარცხნივ გადახრაში, აგრეთვე ფიბრინოგენის ხარისხობრივ შეცვლაში, B ფიბრინოგენის გაჩენაში (ლ. ბეზარაშვილის მონაცემების მიხედვით). ამ მდგომარეობამ მიიყვანა სისხლი შედედებად, რასაც თან ახლდა სისხლის დეფიბრინაცია ცოცხალი ორგანიზმის სისხლძარღვებში და აპარატის სისტემაში. აპარატის კედლებზე გამოჩნდა შეუიარაღებელი თვალით ხილული ფიბრინის

ნადები. მთელი რიგი ფაქტორების მოხმარებასთან ერთად ჰიპერკოაგულაბილობა სწრაფად შეიცვალა ჰიპოკოაგულაბილობით, რაც გამოიხატებოდა არა მარტო ფიბრინის დონის, არამედ კოაგულაციის სხვა ფაქტორთა აქტივობის დაკლებით, ფიბრინოლიზური პროცესის ერთდროული გაძლიერებით.

თრომბოჰემორაგიული სინდრომის მექანიზმის განვითარებას სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის აპარატის გამოყენების დროს ჩვენ ვხსნიდით სისხლში ქსოვილოვანი, თრომბოციტალური და ერითროციტალური თრომბოპლასტინის გამოჩენით, რაც სისხლში ააქტივებს შედედების მთელ რიგ ფაქტორებს და იწვევს თრომბინის გაჩენას, რის შედეგად წარმოიშვება სისხლძარღვშიდა პოლიმიკროშედედება, ე. ი. ვარდება ფიბრინოგენი წვრილი ფიბრინის კოლტების სახით, რომელიც ცირკულირებს სისტემაში და შეუიარაღებელი თვალთ ჩანს სისხლში, ხანდახან კი ილექება მის კედლებზე. ოპერაციის შემდგომ პერიოდში სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის აპარატის გამოყენებისას შეიძლება განვითარდეს სისხლისდენა, რომლის შებოჭვა არ ხერხდება პროტამინულფატის დამატებითი დოზის შეყვანისას [1, 8].

ჩვენი გამოკვლევებით, ჰემორაგიული დიათეზი, რაც ვითარდება აპარატის გამორთვისას და პროტამინულფატის სტანდარტული დოზის შეყვანისას, შეიძლება განვითარდეს შემდეგ შემთხვევაში: 1) ნარჩენი ჰიპერჰეპარინემიის, 2) სპონტანური ჰიპერფიბრინოლიზისა და 3) თრომბოჰემორაგიული სინდრომის შემთხვევაში. ამდაგვარი სისხლისდენის ეფექტური მკურნალობისათვის აუცილებელია მიზეზის ზუსტი დიფერენციული დიაგნოზი.

ჰიპერჰეპარინემია მოითხოვს პროტამინულფატის დამატებით დოზას; მწვავე ჰიპერფიბრინოლიზი კი — ეფსილონამინოკაპრონის მკურნალობას. ჰემორაგიული გართულების განვითარება თრომბოჰემორაგიული სინდრომის დროს აიხსნება პოლიმიკროშედედების პროცესში არა ფიბრინოგენის, არამედ კოაგულაციის მთელი რიგი ფაქტორების მოხმარებაში და მეორადი ჰიპოკოაგულაბილობის განვითარებაში, რაც მიუხედავად ჰიპერფიბრინოლიზისა, ბუნებრივია, არ შეიძლება თავიდან იქნეს აცილებული ან შებოჭილი პროტამინულფატისა და ეფსილონამინოკაპრონის მკურნალობით. ამიტომ თრომბოჰემორაგიული სინდრომის გამომჟღავნებას სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის აპარატით მშრალ გულზე ოპერაციების დროს აქვს მეტად არსებითი მნიშვნელობა ოპერაციის შემდგომი სისხლისდენის მკურნალობისათვის.

პოლიმიკროშედედება თავისთავად მძიმე გართულებაა, რაც სიკვდილით თავდება. ამ დროს განვითარებული სისხლისდენა თხოულობს არა პროტამინულფატის გამოყენებას, არამედ ფიბრინოგენისა და პლასმური ფაქტორების შეყვანას ჰეპარინის დამცველი, დამატებითი დოზის ქვეშ. ასეთი მეორადი ხასიათის სისხლის დენა შეგვეძლო თავიდან აგვეცილებინა ჰიპერკოაგულაციური მდგომარეობის დროული შეფასებით, რომლის აღმოჩენა შეიძლება ჯერ კიდევ თრომბოჰემორაგიული სინდრომის განვითარებამდე და რომელიც თხოულობს თავის დროზე ჰეპარინის დამატებითი დოზის შეყვანას, სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის აპარატის მიღების გულმოდგინე სილიკონირებასა და ცირკულირებული სისხლის ტრავმატიზაციის მაქსიმალურ დაზოგვას, ე. ი. ყველა იმ

საშუალებას, რაც თავიდან აგვაცილებს პოლიმიკროშედდებას. მაგრამ თუ პოლიმიკროშედდება უკვე მოხდა და სახეზე გვაქვს თრომბოპემორაგიული სინდრომი, მაშინ ჩვენ მ. მაჩაბელთან ერთად, ოპერაციის შემდგომი სისხლის დეზების შესაბოჟად ვთავაზობთ პლაზმის ამ პრეპარატ ფიბრინოგენის გამოყენებას დამატებითი ჰეპარინიზაციის ფონზე.

ექსპერიმენტული და კლინიკური ქირურგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 2.7.1966)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Г. Ш. ЛАБАХУА

ТРОМБОГЕМОРАГИЧЕСКИЙ СИНДРОМ У СОБАК ПРИ ОПЕРАЦИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТА ИСКУССТВЕННОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Резюме

Комплексное изучение активности компонентов свертывающей системы крови по фазам и отдельным факторам производилось до операции, во время наркоза (до вскрытия грудной клетки), через 5 минут после начала работы АИКа, сразу после выключения аппарата, через 20 минут после введения протаминсульфата.

Операции на сухом сердце с использованием АИКа могут сопровождаться опасным для жизни осложнением — типичным тромбогеморрагическим синдромом, для которого характерны усиление тромбопластинообразовательной фазы гемостаза, появление тромбина и увеличение активности отдельных компонентов свертывающей системы крови, а в дальнейшем гипокоагулябельность в III фазе в связи с потреблением фибриногена и выпадением фибриновых микросгустков внутри сосудов живого организма.

დავოწმებულ ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Аллен. Проблемы свертывания крови, связанные с применением насосов и оксигенаторов для искусственного кровообращения. В кн.: «Искусственное кровообращение», М., 1960, 203—222.
2. H. Gans, W. Krivit. Problems in hemostasis during and after open-heart surgery. JAMA, 179, 2, 1962, 145—148.

3. J. Mustard, T. Noeksema. Activity of the clotting mechanism during the extracorporeal shunting of blood. Proc. 8th cong. int. Soc. Blood Transf., Tokyo, 12-15 sept. 1960, 1962, 84-89.
4. H. Gans, W. Krivit, A. Bunyan, M. Mac Auley, M. Gans. Problems in hemostatis during open-heart surgery. IV. On the changes in the blood clotting mechanism during cardiopulmonary bupass procedures. Ann. Surgery, 155, 3, 1962.
5. E. Ikkala et al. Changes in the blood coagulation, mechanism during extracorporeal circulation. Ann. chir. gynaecol. Fenn., 5, 4, 1962, 417-427.
6. I. Allen, P. Moulder et al. A protamine titration as an indication of a clotting defect in certain hemorrhagic states. J. Lab. clin. Med., 34, 4, 1949, 473-476.
7. М. С. Мачабели. Система свертывания крови. Тбилиси, 1961.
8. Г. Перкинс, Д. Осборн, Ф. Гербоуд. Вопросы свертывания крови. В кн.: «Искусственное кровообращение», М., 1960, 223-230.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Р. В. КАПАНАДЗЕ

ДИНАМИКА ГИСТОХИМИЧЕСКОГО ИЗМЕНЕНИЯ
АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В МИОКАРДЕ ПРИ ОСТРОМ,
ПРОГРЕССИРУЮЩЕМ УТОМЛЕНИИ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ
СТЕНОЗЕ АОРТЫ

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 9.8.1966)

В настоящее время экспериментально-биохимические и клинические данные указывают на большую роль аскорбиновой кислоты в обменных процессах тканей и клеточных элементов. Аскорбиновая кислота принимает участие в повышении содержания кислорода, активации белковых структур гемоглобина и миоглобина, в процессе обновления нуклеопротеидов, в катехоламиновом, гликогенном и жировом обменах. Установлено также, что аскорбиновая кислота при надобности обуславливает своевременную мобилизацию адреналина из надпочечников, обладает дезинтоксикационным свойством, влияет на проницаемость клеточных структур и катализирует окислительно-восстановительные процессы в сердечной мышце. Однако в доступной нам литературе мы не смогли найти сведений о гистохимических исследованиях, в которых освещались бы вопросы о количественном изменении и топографическом распределении аскорбиновой кислоты в миокарде в условиях усиленной работы сердца и острого утомления.

Целью настоящей работы является изучение гистохимических особенностей аскорбиновой кислоты при прогрессирующем глубоком утомлении, внезапной остановке сердечной деятельности в результате тяжелой физической нагрузки и экспериментальном стенозе аорты. Велись также наблюдения над процессами восстановления содержания зерен аскорбиновой кислоты в сердечной мышце с воздействием биостимулятора и без него. Экспериментальные исследования проведены на 90 морских свинках и 30 крысах. Утомление вызывалось одно- или многократным плаванием животных в ванне с теплой водой (35—36°C) в течение 15—30 минут. Животные забивались декапитацией тотчас после плавания, спустя 1, 6, 12, 24 часа, 5—7—14 дней. Стеноз аорты вызывали операционным путем, субдиафрагмально суживая просвет аорты. Животные забивались после 4, 7, 21-дневного и 8-месячного стеноза аорты. В ряде опытов было изучено влияние фолиевой кислоты на восстановительные процессы в миокарде. Материал брался из различных участков еще пульсирующего сердца. Аскорбиновую кислоту выявляли по методу Жиру и Леблона. Перед окраской ткань миокарда тщательно промывалась в 5% растворе левулозы с целью удаления крови. Реакция с азотнокислым серебром производилась в темноте в

гермостате при $t 50^{\circ}$, с точным соблюдением химической чистоты посуды и правил проведения реакции.

Результаты исследования показали, что при остром 15-минутном утомлении экспериментальных животных в мышечных волокнах миокарда, по сравнению с контрольной группой, уменьшается содержание аскорбиновой кислоты, что вокруг ядер выявляется резче, чем в саркоплазме и в местах, соответствующих миофибриллам. После 30-минутного утомления интенсивно уменьшается содержание зерен аскорбиновой кислоты и изменяется их распределение, а именно они почти исчезают вокруг ядер и между миофибриллами. В указанных случаях умеренное количество аскорбиновой кислоты в виде мелкозернистых конгломератов расположено лишь под сарколемой. Особенно уменьшается ее содержание в субэндокардиальных мышечных волокнах как под сарколемой, так и вокруг ядер и между миофибриллярными пространствами. В строме, между мышечными волокнами, в эндотелиальных клетках капилляров и мелких артериол зерна аскорбиновой кислоты содержатся почти в таком же количестве, как и в норме, с той лишь разницей, что в строме эндотелиальных клеток они не сконцентрированы вокруг ядер, а расположены равномерно под клеточной оболочкой в виде крупнозернистых конгломератов. В межволоконных пространствах аскорбиновая кислота представлена в виде крупных зерен.

При глубоком утомлении экспериментальных животных, вплоть до их падения, в мышечных волокнах всех слоев миокарда содержание аскорбиновой кислоты резко уменьшается, или же ее вовсе не отмечается. Это особенно интенсивно проявляется в субэндокардиальных мышечных волокнах, тогда как в мышечных волокнах средней и наружной оболочки незначительное количество мелкозернистой аскорбиновой кислоты сохраняется. При глубоком утомлении животных содержание аскорбиновой кислоты в строме также значительно уменьшается, а местами она вовсе исчезает.

Таким образом, при прогрессирующем утомлении экспериментальных животных количество зерен аскорбиновой кислоты в мышечных волокнах миокарда значительно уменьшается (до полного исчезновения), изменяется их топографическое распределение, выражающееся в исчезновении зерен аскорбиновой кислоты вокруг ядер и между миофибриллами (преимущественно в субэндокардиальных мышечных волокнах), и отмечается образование мелкозернистых конгломератов под сарколемой. Наблюдения над восстановительными процессами показали, что нормальное содержание и распределение зерен аскорбиновой кислоты восстанавливается постепенно на 6 и 10-й дни после прекращения физической нагрузки. При даче фолиевой кислоты в течение 14 дней отмечаются ускорение восстановления содержания аскорбиновой кислоты и обогащение мышечных волокон и коры надпочечников ее зернами.

В случаях 4-дневного стеноза аорты, по сравнению с контрольной группой, в мышечных волокнах миокарда наблюдается некоторое повышение содержания аскорбиновой кислоты, которая в виде черных зерен особенно густо концентрируется вокруг ядер. Отмеченное с большей интенсивностью выявляется в случаях 7 и 21-дневного стеноза аорты, когда обильное количество крупнозернистых конгломератов аскорбиновой кислоты концентрируется как вокруг ядер, так и в сар-

коплазме и между миофибриллами, а также в эндотелиальных клетках капилляров и межволоконистых пространствах.

Интересно указать на одно закономерное явление, имеющее место в случаях 4 (особенно часто), 7 и 21-дневного стеноза аорты. При этом наблюдается концентрация аскорбиновой кислоты, выражающаяся в ее избыточном накоплении в определенной части мышечных волокон, тогда как часть этих волокон (преимущественно субэндокардиальных) вовсе обеднена ею.

При 8-месячном стенозе аорты в гипертрофированных мышечных волокнах топографическое распределение зерен аскорбиновой кислоты почти не отличается от нормы, хотя они крупнее, сконцентрированы вокруг ядер и в соответствующих участках миофибрилл.

При лечении животных фолиевой кислотой в условиях экспериментального стеноза аорты, по сравнению с контрольной группой и нелечеными случаями, в мышечных волокнах наблюдается накопление большого количества аскорбиновой кислоты, протоплазма волокон почти полностью заполняется ее зернами и глыбками, которые прикрывают ядро клетки. Избыточное количество аскорбиновой кислоты имеется и в саркоплазме, между миофибриллярными пространствами. Здесь же надо отметить, что ее содержание почти с одинаковой интенсивностью повышено во всех слоях мышечных волокон.

Изученный материал показывает, что при остром утомлении экспериментальных животных в миокарде значительно уменьшается содержание аскорбиновой кислоты. Это более интенсивно выражено при глубоком утомлении. Глубокое утомление животных (до падения их) характеризуется обеднением содержания аскорбиновой кислоты — до полного исчезновения ее в мышечных волокнах всех слоев миокарда (особенно субэндокардиальных).

Что касается случаев 4, 7 и 21-дневного стеноза аорты, то здесь в мышечных волокнах миокарда, особенно в субэндокардиальных, нарастает количество аскорбиновой кислоты, если не учитывать некоторое ее снижение в субэндокардиальных мышечных волокнах в условиях 4-дневного стеноза аорты. Лечение животных фолиевой кислотой при экспериментальном стенозе аорты ускоряет обогащение мышечных волокон аскорбиновой кислотой; в случаях же 8-месячного стеноза содержание ее повышено и по распределению приближается к норме.

Результаты собственных исследований показывают, что при усиленной работе сердца в условиях острого утомления для обеспечения сократительной способности миокарда, наряду с другими энергетическими и пластическими веществами, в большом количестве расходуется и аскорбиновая кислота. Уменьшение ее содержания указывает на понижение окислительно-восстановительных процессов в мышечных волокнах миокарда. Известно, что при утомлении мышцы сердца, при недостаточности его функции, в миокарде накапливается целый ряд вредных веществ, в том числе, по-видимому, и перекись водорода, которая инактивирует фермент каталазу, вследствие чего нейтрализуется действие и других ферментов (аминоксидазы, глюкозооксидазы, ксантинооксидазы), участвующих в окислительных процессах. Активация каталазы происходит соединением аскорбиновой кислоты с молекулами железа, входящего в состав

фермента каталазы. Следовательно, с помощью аскорбиновой кислоты активированная каталаза расщепляет перекись водорода, тем самым активирует действие целого ряда ферментов, участвующих в окислительных процессах, и обеспечивает возможность жизнедеятельности клеточных структур и сократительную способность мышечных волокон. Одновременно аскорбиновая кислота, как известно, обладает антитоксической способностью, на что указывают данные работы [1]. Кроме того, аскорбиновая кислота играет важную роль в усилении барьерной функции органов для нейтрализации токсинов обменного происхождения.

При прогрессирующем и глубоком утомлении расходуется огромное количество аскорбиновой кислоты, т. е. в миокарде развивается острый дефицит ее, что, помимо понижения окислительно-восстановительных процессов, обуславливает и угнетение дезинтоксикационных свойств тканей.

Уменьшение аскорбиновой кислоты отрицательно влияет и на обмен адреналина и норадреналина жирных кислот, дезоксирибонуклеопротеидов в миокарде [2].

В мышце сердца существует также определенная взаимосвязь между содержанием аскорбиновой кислоты и АТФ-азной активностью. Уменьшение содержания аскорбиновой кислоты вызывает угнетение обмена АТФ в сердечной мышце [3].

Интересно отметить, что если при усиленной работе сердца, особенно при его прогрессирующем утомлении, содержание аскорбиновой кислоты во всех слоях миокарда уменьшается почти с одинаковой интенсивностью, то этого нельзя сказать об условиях гиперфункции сердца, развившейся при экспериментальном стенозе аорты. Наоборот, мышечные волокна всех слоев миокарда, особенно субэндокардиальные, содержат несколько повышенное количество аскорбиновой кислоты, указывающее на то, что в условиях постепенной гиперфункции создается возможность обеспечения ею сердечной мышцы. При нормальном либо при повышенном содержании аскорбиновой кислоты обмена веществ в мышечном волокне протекает нормально. В условиях постепенной гиперфункции сердца при нормальном содержании аскорбиновой кислоты как нуклеопротеидный, жировой и АТФ-азный обмены, так и окислительно-восстановительные процессы находятся на соответствующей высоте. В случаях экспериментального стеноза аорты различной давности мышечные волокна сердца гипертрофируются, чем постепенно и адаптируются к измененной среде. Степень гипертрофии мышечных волокон особенно хорошо выражена при систематическом введении фолиевой кислоты в случаях стеноза аорты. Лечение фолиевой кислотой обогащает мышечные волокна аскорбиновой кислотой. Установлено, что фолиевая кислота производит стимуляцию биосинтеза аскорбиновой кислоты [4]. Поэтому при утомлении животных введение фолиевой кислоты способствовало ускорению восстановления нарушенных структур миокарда повышением концентрации аскорбиновой кислоты, а в случаях стеноза, в условиях гипертрофии, — возможностью создания стойкой компенсации.

Следует подчеркнуть, что при глубоком, прогрессирующем утомлении во время отдыха восстановление нарушенного обмена веществ в миокарде, улучшение электрокардиографических данных, усиление сократительной способности наблюдаются лишь при нормальном или при повышенном содержании аскорбиновой кислоты в мышечных волокнах, особенно в субэндокардиальных.

При изучении собственного материала нами замечена определенная закономерность — при усиленной работе сердца, особенно при начальных стадиях его гиперфункции, более быстро расходуется и потребляется крупнозернистая аскорбиновая кислота, тогда как мелкозернистая играет важную роль в обеспечении компенсаторной способности миокарда. Далее, при экспериментальном стенозе аорты в фазе стойкой компенсации и лечения фолиевой кислотой, как видно из вышеуказанного, в структурах мышечных волокон крупнозернистая аскорбиновая кислота концентрируется в большем количестве, чем мелкозернистая. По-видимому, структурное образование крупнозернистой аскорбиновой кислоты, ввиду легкого потребления, имеет определенное физиологическое назначение, выражающееся в сохранении сократительной способности миокарда в условиях гиперфункции сердечной деятельности.

Таким образом, при остром утомлении экспериментальных животных в мышечных волокнах миокарда, по сравнению с контрольной группой, уменьшается содержание аскорбиновой кислоты, что вокруг ядер выявляется резче, чем в саркоплазме и в местах, соответствующих миофибриллам.

Глубокое утомление животных характеризуется обеднением содержания аскорбиновой кислоты до полного исчезновения ее в мышечных волокнах всех слоев миокарда (особенно субэндокардиальных).

При усиленной работе сердца, особенно при начальных стадиях его гиперфункции, крупнозернистая аскорбиновая кислота расходуется и употребляется быстрее, чем мелкозернистая.

Нормальное содержание и распределение аскорбиновой кислоты восстанавливается постепенно на 6 и 10-й дни после прекращения физической нагрузки.

Дача фолиевой кислоты в течение 14 дней вызывает ускорение повышения содержания и обогащение ее зернами аскорбиновой кислоты мышечных волокон миокарда и коры надпочечников.

В случаях 4-дневного стеноза аорты, по сравнению с контрольной группой, содержание аскорбиновой кислоты незначительно повышено.

При 7 и 21-дневном стенозе аорты наблюдается интенсивное накопление аскорбиновой кислоты в виде черных зерен вокруг ядер, в саркоплазме между миофибриллами, а также в эндотелиальных клетках капилляров и межволоконистых пространствах.

Лечение животных фолиевой кислотой при стенозе аорты ускоряет обогащение мышечных волокон аскорбиновой кислотой.



Уменьшение содержания аскорбиновой кислоты в мышечных тканях миокарда, по-видимому, обуславливает угнетение окислительно-восстановительных процессов, обновление РНП, гликогена и других важных веществ миокарда.

Грузинский институт клинической и экспериментальной кардиологии

(Поступило в редакцию 9.8.1966)

საქართველოს მედიკალინის ინსტიტუტი

რ. კაპანაძე

ასკორბინის მჟავას ჰისტოქიმიურ ცვლილებათა დინამიკა მიოკარდში ცხოველის მჟავაში, ღრმა დაღლისა და აორტის მასპერიმენტული სტენოზის დროს

რეზიუმე

ექსპერიმენტული ცხოველის დაღლის სიძლიერის პარალელურად მიოკარდის კუნთოვან ბოჭკოებში მნიშვნელოვნად მცირდება ასკორბინის მჟავას შეცულობა და იცვლება მისი ტოპოგრაფიული განაწილება. განსაკუთრებით მცირდება ამ მჟავას მსხვილი მარცვლები, ვიდრე ცილებთან შეკავშირებული წვრილმარცვლოვანი მასა. ჩვენი გამოკვლევებით დადასტურდა, რომ გადაღლილ გულის კუნთში ასკორბინის რაოდენობის შემცირება გავლენას ახდენს რიბონუკლეოპროტეიდულ, გლიკოგენურ, სულფჰიდრილურ, კატექოლამინურ და ელექტროლიტურ ცვლაზე. მისი შემცირების გამო მიოკარდში ინტენსიურად ქვეითდება ქანგვა-აღდგენითი პროცესები, სუსტდება ატფ-ის ცვლა, სტრუქტურული და პლასტიკური ცილების განახლებითი პროცესი და მიოკარდის კუმშვადუნარიანობა.

აორტის ექსპერიმენტული სტენოზით გამოწვეულ მიოკარდის ჰიპერტენზიის პირობებში აღვილი აქვს მასში ასკორბინის მჟავას თვალსაჩინო მატებას, რაც, სხვა ფაქტორებთან ერთად, განაპირობებს კუნთოვანი ბოჭკოების მასის ზრდას. მკურნალობა ფოლენის მჟავათი საგრძნობლად აჩქარებს გულის კუნთში ასკორბინის მჟავას კონცენტრაციას და აღმოებებს მის კუმშვადუნარიანობას.

დაზოგვაბული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. М. М. Эйфельман, Е. М. Наврсцкая. Влияние динитрофенола на обмен аскорбиновой кислоты... Фармакология и токсикология, 13, 5, 1950, 43.
2. Б. И. Гольдштейн. Витамин С, его форма и механизм действия в тканях животного организма. В кн.: «Витамины», изд. АН УССР, 1953, 197.
3. А. М. Утевский, М. Л. Бутом. Данные о влиянии витамина С на гликолитическую функцию адреналина в организме. Труды Харьковского мед. ин-та, 1, 1946, 273.
4. В. А. Кирсанов, и А. В. Труфанов. Синтез и биологические свойства птероаминоадипиновой кислоты... Биохимия, 15, 3, 1950, 243—247.

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

Г. Н. БЕРАДЗЕ, Н. В. НИКОЛАЕВА

ГЕМОПОЭТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ СЫВОРОТКИ КРОВИ
У БОЛЬНЫХ ЭРИТРЕМИЕЙ

(Представлено академиком К. Д. Эристави 14.7.1966)

В современной клинической и экспериментальной гематологии все большее внимание уделяется гуморальным факторам кроветворения — гемопоэтинам. Так как круг неразрешенных вопросов, касающихся происхождения и функционирования гемопоэтически активных веществ, еще довольно велик, каждая работа, посвященная этим проблемам, представляет определенный интерес.

Наряду с другими вопросами, до конца не изучена и роль гемопоэтинов в системных заболеваниях крови, в частности, при эритремии.

Хотя большинством авторов признается миелопролиферативная природа эритремии, вопросы этиологии и патогенеза заболевания и в особенности патогенеза его ведущего симптома — полицитемии остаются спорными. Выявлению уровня гемопоэтической активности при эритремии посвящено несколько работ отечественных и зарубежных авторов. Большинство из них отмечает повышение гемопоэтической активности, особенно в стадии развернутой клинической и гематологической картины. Так, Линман и Бетелл [1] у двух больных, Контопулос и др. [2] у девяти из 12 больных, Фредерици и Герсмейер [3] у 10 больных, Куратовска [4] у 14 больных, Бойвин и др. [5] у четырех из восьми больных эритремией, используя разные методы, обнаружили достоверное повышение гемопоэтической активности сыворотки крови.

Эти данные подтверждаются наблюдениями советских авторов. Л. И. Идельсон [6] выявил гемопоэтическую активность мочи у шести больных, З. Т. Белугина и Л. В. Мытарева [7] обнаружили повышение гемопоэтической активности желудочного сока у 36 больных и сыворотки крови у 13 из 19 больных, М. Г. Кахетелидзе и др. [8] отметили повышение гемопоэтической активности сыворотки крови и слюны у восьми из 14 больных эритремией.

Имеются в литературе и противоположные данные. Так, В. Д. Нойес и др. [9] считают нормальное содержание эритропоэтинов при эритремии вполне закономерным и подтверждающим миелопролиферативную сущность этой патологии.

Ряд авторов [10] предполагает, что в патогенезе самого симптома эритроцитоза при эритремии (как и при других соматических заболеваниях) определенная роль принадлежит эритропоэтину.

Линман и Бетелл рассматривают повышение гемопоэтической активности как указание на нарушение нормального физиологического



механизма, регулирующего эритропоэз, что, естественно, может влиять на костный мозг, усиливая продукцию эритроцитов.

Допускается и вторая возможность: гемопоэтическая активность повышается не вследствие гиперпродукции гемопоэтинов, а вследствие неиспользования их патологически измененным костным мозгом или другими органами в условиях полнокровия (понижение ингибирующих способностей печени и селезенки [11]).

Целью наших исследований было определение степени активности сыворотки крови больных эритремией в ее разных стадиях.

Определение активности проводилось методом гемокультуры, основанном на способности гемопоэтически активных веществ стимулировать миграцию лейкоцитов. Данный метод был предложен М. Г. Кахетелидзе в 1952 г. и применен сотрудниками ЦОЛИПК [8]. Выбор нами этого метода объясняется возможностью количественного определения гемопоэтической активности и сравнения данных, полученных в разных стадиях заболевания.

Количественно гемопоэтическая активность выражается в условных единицах.

Было обследовано 37 больных эритремией, взятых на диспансерный учет поликлиникой ЦОЛИПК. Из них 17 женщин и 20 мужчин. Основную группу составляли больные в возрасте от 35 до 62 лет, двое были моложе 30 лет. Давность заболевания колебалась от 1 до 15 лет. Определение гемопоэтической активности проводилось через 0—12 дней после взятия крови. Зависимости гемопоэтической активности от вышеперечисленных факторов нами не было замечено.

Почти у всех больных ранее было проведено лечение кровопусканием, рентгенотерапией, радиоактивным фосфором или миелосаном. Характер проведенного лечения на уровень гемопоэтической активности не влиял. Не отмечалось также закономерного параллелизма между гематологическими показателями и гемопоэтической активностью сыворотки крови.

В стадии обострения исследовался 21 больной, в остальных 16 случаях имела место полная или частичная ремиссия.

Контрольную группу представляли кадровые доноры, у которых гематологические показатели не выходили из грани нормы (гемоглобин — от 13,2 до 16 г% и эритроциты — от 3 900 000 до 5 000 000). Средний гемопоэтический показатель данной группы +7 ед.

Из 21 больного в стадии обострения 17 начинали лечение в данный момент, а у четырех незадолго начатая миелосанотерапия еще не дала заметных клинко-гематологических сдвигов. Количество гемоглобина колебалось от 15 до 23 г%, количество эритроцитов — от 5 400 000 до 8. 500 000. Гемопоэтическая активность у 18 больных была от +16 до +34 ед. и у трех — от —12 до —28 ед. Средний показатель гемопоэтической активности +25 ед.

Наличие отрицательных показателей гемопоэтической активности при развернутой клинко-гематологической картине требует дальнейших наблюдений.

У 16 больных, находившихся в стадии ремиссии, гемоглобин колебался от 13 до 17 г%, количество эритроцитов — от 4 100 000 до 6 000 000. Гемопоэтическая активность у этих больных доходила до +25 ед. Средний показатель +8,5 ед.

Выводы

1. Как показывают наши исследования гемопoэтическая активность сыворотки крови у больных эритремией в стадии клинико-гематологического обострения является наглядно повышенной.

2. Гемопoэтическая активность сыворотки крови больных эритремией в стадии полной или относительной ремиссии приближается к нормальным величинам.

Тбилисский государственный институт
усовершенствования врачей

(Поступило в редакцию 14.7.1966)

კლინიკური მდივინა

ბ. ბერაძე, ნ. ნიკოლაივა

ერიტრემიით დაავადებულთა სისხლის შრატის ჰემოკოტური
აქტივობა

რეზიუმე

თანამედროვე კლინიკურ და ექსპერიმენტულ ჰემატოლოგიაში თანდათან შეტი ყურადღება ექცევა სისხლწარმოქმნის ჰემორალურ რეგულატორებს—ჰემოპოეტინებს. ჯერ კიდევ იმდენად დიდია ჰემოპოეტინების წარმოშობასა და ფუნქციონირებასთან დაკავშირებულ გადაუწყვეტელ საკითხთა წრე, რომ თითოეული ნაშრომი, მიძღვნილი ამ პრობლემისადმი, გარკვეულ ინტერესს იმსახურებს. სხვა საკითხებთან ერთად ბოლომდე შეუსწავლეღია ჰემოპოეტინების როლი სისხლის სისტემურ დაავადებებში, კერძოდ ერიტრემიის შემთხვევაში.

ჩვენი გამოკვლევების მიზანი იყო განგვესაზღვრა სისხლის შრატის ჰემოპოეტური აქტივობის ხარისხი ერიტრემიის სხვადასხვა სტადიაში. აქტივობის განსაზღვრას ვაწარმოებდით ჰემოკულტურის მეთოდით, რაც დამყარებულია ჰემოპოეტურად აქტიური ნივთიერებების უნარზე—გააძლიერონ ლეიკოციტების შივრაცია. აქტივობა გამოიხატება პირობითი ერთეულებით.

გამოკვლეულ იქნა 37 ავადმყოფი: 16 — რემისიის დროს, ხოლო 21 — დაავადების გამწვავების სტადიაში.

საკონტროლო ჯგუფს წარმოადგენდნენ რიგითი დონორები.

გამოკვლევის შედეგად დადგინდა იქნა, რომ: 1. სისხლის შრატის ჰემოპოეტური აქტივობა ერიტრემიით დაავადებულებში გამოხატული კლინიკურ-ჰემატოლოგიური სურათის დროს თვალსაჩინოდ მომატებულია, 2. რემისიის დროს სისხლის შრატის ჰემოპოეტური აქტივობა ნორმალურ სიდიდეებს უახლოვდება.

ღამთაშობაშლი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. J. W. Linman, F. H. Bethell. The plasma Erythropoietic-stimulating Factor in Man. *J. Lab. a Clin. Med.*, 49, 1, 1957, 113—275.
2. A. N. Contopoulos a. ath. Erythropoietic activity in the plasma of patients with polycythemia vera and secondary polycythemia. *Blod*, 12, 7, 1957, 614—619.
3. L. Friedericici, F. Gersmeyer. Erythroportin. Untersuchungen über einen die Erythropoese steigernden Wirkstoff bei Blutbrankheiten. *Med. Welf.*, 50, 1960, 2669—2675.
4. Z. Kuratowska. Erythropoetyna-postery badan nad humoralna regulacja erythropoezy. *Postepy Hig. Med. dosw.*, 3, 1962, 373—400.
5. P. Boivin, G. Lagrue, R. Fauvert. L'activite érythropoïétique duplasma human ou cours de quelques affections hématologiques et autres. *Nouv. Rev. franc. Hémat.*, 3, 1, 1963, 35—50.
6. Л. И. Идельсон. Эритропоэтическая активность мочи при эритремии и анемии. *Проблемы гематологии и переливания крови*, т. 6, № 12, 1961, 11—16.
7. З. Т. Белугина, Л. В. Мытарова. Изменения эритропоэтической активности сыворотки крови и желудочного содержимого больных истинной полицитемией под влиянием терапии радиоактивным фосфором. *Терапевтический архив*, вып. 4, 1964, 41—48.
8. М. Г. Кахетелидзе, Т. А. Чернцова и др. Гемопоэтины при некоторых заболеваниях системы крови. *Проблемы гематологии и переливания крови*, № 2, 1964, 13—19.
9. W. D. Noyes, B. M. Domm, L. C. Willis. Regulation of Erythropoiesis. I. Erythropoietin of—assay as a clinical Zool^r. *Blood*, 20, 1, 1962, 9—18.
10. L. Revol. La maladie de Vaquez. Etude étologique, clinique ét hematologique. *Rev. Prat.*, 12, 22, 1962, 2369—2387.
11. И. А. Кассирский. Выступление в прении по докладу Чернышевой и Демидовой. *Проблемы гематологии и переливания крови*, № 1, 1963, 60—60.

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

Е. Б. АСЛАМАЗОВА

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ЭРЛИХОВСКОЙ АСЦИТНОЙ КАРЦИНОМЫ НА МЫШАХ СС₅₇ ПОД
ВЛИЯНИЕМ БРОМИСТОГО НАТРИЯ**

(Представлено академиком В. К. Жгенти 14.7.1966)

Известно, что путем воздействия на различные отделы нервной системы можно изменить длительность гарантийного периода развития опухолей и лейкозов, а также их морфологическую характеристику. Следовательно, изменение функционального состояния нервной системы влечет за собой нарушение регуляции процессов обмена и химизма тканей, что составляет основу трофических расстройств, входящих как неотъемлемый компонент в патогенез патологических процессов.

Установлено, что кофеин в значительной степени ускоряет развитие патологических процессов, а бромбарбитураты и естественный сон замедляют его. На фоне торможения (покоя) центральной нервной системы замедляются обменные процессы в организме и создаются условия для задержки развития и роста новообразований. Нами было показано, что в условиях воздействия бромистым натрием на несколько месяцев отодвигаются сроки развития лейкоза у мышей высоколейкозной линии А1б. Было также установлено, что в условиях воздействия брома лейкозный процесс характеризуется маловыраженными клиническими симптомами, в патологический процесс вовлекается меньшее число органов, лейкоэмические клетки не обладают тенденцией агрессивного роста.

Мы поставили целью изучить влияние бромистого натрия на перевиваемую асцитную карциному Эрлиха на мышах СС₅₇, тем более что нам не удалось найти работы, проведенные в этом направлении. Для решения намеченной задачи мы поставили три серии опытов, в которых было исследовано 200 мышей СС₅₇, из них 100 опытных и 100 контрольных.

В первой серии опытов нами устанавливались необходимое количество клеток асцитного рака Эрлиха, при перевивке которого достигается 100% прививаемость на мышах в возрасте старше 1 года, и влияние бромистого натрия на сроки развития эрлиховской асцитной карциномы.

Во второй серии опытов изучались влияние бромистого натрия на характер развития и формы проявления карциномы Эрлиха в результате перевивки у мышей моложе года (6—7) месяцев).

В третьей серии экспериментов устанавливались максимальные сроки жизни мышей разного возраста, получавших и не получавших бромистый натрий после перевивки.

Во всех сериях опытов изучались макроскопические и микроморфологические особенности лимфатических узлов (паховых, брыжееч-

ных), сальника, селезенки, печени, почек, легких и других органов. Из названных органов брались кусочки, которые заливались в целлоидин или в парафин. Срезы окрашивались гематоксилин-эозином, пикрофуксином по Ван-Гизону и по методу Романовского—Паппенгейма.

Мазки крови и осадка асцитической жидкости окрашивались по Гимза—Романовскому. Все подопытные животные находились под постоянным объективным наблюдением. Данные об их внешнем виде, поведении, весе и результаты прощупывания лимфатических узлов в момент появления опухоли и наличия асцита заносились в картотеку. Особенное внимание уделялось весу животного до и после перевивки раковых клеток. Чтобы не пропустить срока развития опухоли и асцита, их часто взвешивали на специальных весах. Мыши отличались друг от друга общепринятыми знаками. Опытные животные, в отличие от контрольных, в своем суточном рационе вместо хлористого натрия получали 1% раствор бромистого натрия в количестве 3 мг. Поваренная соль из рациона опытных мышей была исключена, в остальном они находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Бромистый натрий вводили в организм мышей месячного возраста путем добавления его к манной каше, приготовленной на подслащенной воде пополам с молоком.

Подсчет клеток карциномы (асцитной жидкости, разведенной в физиологическом растворе) проводили в камере Горяева. Перевивка производилась путем внутрибрюшинных инъекций в виде эмульсии асцитных клеток эрлиховской карциномы в физиологическом растворе.

Перевивку клеток начинали с количества 45 000, постепенно снижая его. Получая положительные результаты при дозе 20 000, все последующие перевивки как в контроле, так и в опыте проводили при названной дозе клеток. У животных опытной группы в периферической крови наблюдался небольшой сдвиг нейтрофилов влево при одновременном незначительном снижении числа лимфоцитов, тогда как в контроле, наряду с анемией, отмечались значительное увеличение количества лейкоцитов, сдвиг в сторону нейтрофилеза со значительным увеличением палочкоядерных форм, лимфопения и моноцитоз. Показатели красной и белой крови в наших опытах не могли служить критерием установления сроков развития опухолевого процесса у мышей, так как одни из исследователей считают анемию постоянным симптомом злокачественных новообразований, а другие утверждают, что в большинстве случаев количество эритроцитов остается в пределах нормы. Критерием суждения о развитии опухолевого процесса в опыте и контроле служили сроки прибавления мышей в весе, увеличения у них лимфоузлов, развития опухоли, асцита. Даже по внешнему виду можно судить о степени развития ракового процесса: взъерошенная, с очаговым выпадением шерсти, малоподвижность животного из-за тяжести корпуса, опухоль выпирает, брюшко свисает, легко определяется наличие асцита и опухолевых узлов.

В контрольной группе мыши на 3—4-й день заметно прибавляли в весе и при последующих взвешиваниях становились все тяжелее. Прогрессирование процесса приводило к гибели животных в среднем на 7—9-й день. В опыте на 25—30-й день наблюдалось прибавление животных в весе. При последующих взвешиваниях вес оставался стабильным. Через несколько дней улавливался маленький подскок и на 40—45-й день

определялись опухолевые узлы, в некоторых случаях с наличием небольшого количества асцита.

При вскрытии контрольных мышей в большинстве случаев эрлиховская карцинома выявилась в асцитной форме. Наблюдалось большое количество выпота; опухолевые узлы располагались по длине кишечника и прорастали в брыжейку, образуя большой конгломерат опухоли, которая занимала все забрюшинное пространство.

Селезенка, печень, легкие, надпочечники и другие органы были увеличены в размерах, плотной консистенции; на поверхности органов, под капсулой и на поверхности разреза их обнаруживались опухолевые узлы разной величины—от просяного зерна до лесного ореха. В печени наблюдались явления, характерные для цирроза, в легких — явления крупноочаговой пневмонии, в опухолевых узлах и вне их—некрозы и кровоизлияния.

Микроскопически в органах отмечалось диффузное прорастание резко анаплазированных опухолевых клеток со сдавливанием в почках клубочков и канальцев, с образованием больших очагов некроза не только в органе, но зачастую и в опухолевой ткани, находящейся за пределами органа.

Асцитическая жидкость в контроле характеризовалась обилием опухолевых клеток с вакуолизированной цитоплазмой, расположенных не в одной плоскости и содержащих крупные ядрышки диаметром 2—4 мк.

В опытной группе болезнь выявлялась поздно, протекала медленно, с менее выраженными клиническими симптомами. Гибель животного наступала к концу второго месяца. По внешнему виду и по результатам объективного осмотра мыши долгое время оставались здоровыми. При вскрытии брюшной полости в большинстве случаев выявлялась только узловатая форма болезни — опухолевые узелки располагались по длине кишечника, в брыжейке, с наличием в брюшной полости небольшого количества выпота (особенно у молодых). В отдельных случаях в легких обнаруживались явления очаговой пневмонии. При микроморфологическом исследовании во внутренних органах мышей опытных групп редко встречались метастазы опухолей.

В опыте в асцитной жидкости иногда наблюдались единичные опухолевые клетки, расположенные в одной плоскости, отдельно и содержащие ядрышки диаметром 1,5 мк. Вакуоли в цитоплазме клеток встречались редко.

Выводы

1. Систематическое введение мышам CC_{57} 1% раствора бромистого натрия в количестве 3 мг на одну мышь в сутки задерживает развитие перевиваемого асцитного рака Эрлиха. Латентный период в опыте равен в среднем 22 дням, а в контроле — 3—4 дням. Следовательно, в опыте симптомы болезни наблюдаются на 25—30-й, в контроле—на 3—4-й день после перевивки.

2. Под влиянием брома асцитная карцинома Эрлиха развивается намного позже, чем в контроле; она протекает медленно, с маловыраженными клиническими симптомами.

3. Под влиянием брома в большинстве случаев асцитный рак Эрлиха выявляется в узловатой форме, тогда как в контроле во всех случаях болезнь проявляется в асцитной форме.



4. В контрольной группе асцитная карцинома Эрлиха протекает остро, с быстрым прогрессированием, с прорастанием всех паренхиматозных органов, что приводит к гибели животных на 5—6-й день, редко на 7—9-й день после перевивки. У мышей контрольной группы болезнь длится в среднем не более 7—9 дней. В опытной же группе жизнь животного более продолжительна — 52 — 57 дней.

5. Микроморфологически обнаруживается, что в контроле опухолевые клетки характеризуются прогрессивным ростом с полным замещением ткани органов, чего не наблюдается у животных, получавших бром.

6. Чем моложе животное, тем раньше и более прогрессивно развивается перевиваемый рак Эрлиха.

7. Полученные результаты позволяют рекомендовать систематическое применение в условиях клиники определенных доз брома в комплексной терапии при всех опухолевых процессах, тем более что в настоящее время в Советском Союзе, в клинике проф. Кассирского, на больных хроническим миелозом апробирован венгерский препарат миелбромол, содержащий большое количество брома. На единичных больных он использован и нами в Институте гематологии и переливания крови им. акад. Г. М. Мухадзе. Результаты благоприятны.

Тбилисский государственный
медицинский институт

Научно-исследовательский институт
гематологии и переливания крови
им. акад. Г. М. Мухадзе

(Поступило в редакцию 14.7.1966)

კლინიკური მაღივინა

ე. ასლამაზოვა

ბრომიანი ნატრიუმის გავლენის შესახებ ერლიხის ასციტური კიბოს
მასპერიმენტულ-მორფოლოგიურ თავისებურებებზე CC_{57} ხაზის
თავგებში

რეზიუმე

ცნობილია, რომ სიმსივნეების განვითარებაზე გარკვეულ გავლენას ახდენს ცენტრალური და პერიფერიული ნერვული სისტემის მდგომარეობა.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა ბრომიანი ნატრიუმის გავლენა ერლიხის ასციტურ კიბოზე CC_{57} ხაზის თავგებში. მით უმეტეს, რომ ხელმისაწვდომ ლიტერატურულ წყაროებში ჩვენ ვერ ვნახეთ მსგავსი გამოკვლევები.

ჩატარებული ექსპერიმენტით გამოირკვა, რომ ერლიხის ასციტური კიბო საკონტროლო ჯგუფის CC_{57} თავგებში გამოვლინდა მე-4—მე-5 დღეს კიბოს უჯრედების შეყვანის შემდეგ. აღნიშნული დაავადება მიმდინარეობს მწვავედ, სწრაფად, პროგრესული ზრდით აზიანებს მთელ პარენქიმატოზულ ორგანოებს,

რის შედეგადაც ცხოველები მეტწილად იღუპებიან 5—6 დღეში, იშვიათად 7-9 დღეში (შეყვანის შემდეგ).

მაკრო- და მიკრომორფოლოგიურ ცვლილებებში აღინიშნება სიმსივნეთა უჯრედების აგრესიული ზრდა, ორგანოთა დიფუზური გადაგვარება ორგანოს ქსოვილის მთლიანი შეცვლით, რაც არ იყო ნახული იმ ცხოველებში, რომლებიც დებულობდნენ ბრომიან ნატრიუმს. აღნიშნული ცვლილებები ახალგაზრდა ცხოველებში ადრე ვლინდება და უფრო პროგრესულად მიმდინარეობს.

ბრომიანი ნატრიუმის ზეგავლენით ერლიხის ასციტური კიბოს ფარული პერიოდი 22 დღეს უდრის, საკონტროლო კი—3-4 დღეს. ამრიგად, საცდელ თავებში დაავადების სიმპტომების გამოვლინება ხდება 25-30 დღეში, საკონტროლოში კი—3-4 დღეს კიბოს უჯრედების შეყვანის შემდეგ.

საცდელი ჯგუფის თავებშიც სიცოცხლის ხანგრძლივობა უდრის 52-57 დღეს, მაშინ როდესაც საკონტროლო ჯგუფში მათი სიცოცხლის ხანგრძლივობა 7—9 დღეს არ აღემატება.

საცდელი ჯგუფის თავებში აღნიშნული დაავადება წარმოდგენილ იქნა კვანძოვანი ფორმით, საკონტროლო ჯგუფში კი ყველა შემთხვევა გამოვლინდა ასციტურში.

ბრომიანი ნატრიუმის 1%-იანი ხსნარის 3 მგ სისტემატური შეყვანა CC_{57} ხაზის თავებში იწვევს ერლიხის ასციტური კიბოს გამოვლინების შეკავებას. ამასთან კიბოს ახასიათებს ნელი და მსუბუქი მიმდინარეობა.

ზემოაღნიშნული გვაძლევს უფლებას, რომ ბრომიან ნატრიუმს რეკომენდაცია გავუწიოთ სიმსივნით დაავადებულ ავადმყოფთა კომპლექსურ მკურნალობაში მით უმეტეს, რომ ამჟამად სსრ კავშირში, პროფ. კასირსკის კლინიკაში აპრობირებულია უნგრეთის პრეპარატი მიელობრომოლი, რომელიც ძირითადად ბრომს შეიცავს. სწორედ ამით მკურნალობენ ქრონიკული მიელოზით დაავადებულ ავადმყოფებს.

აღნიშნული პრეპარატი ჩვენ გამოვიყენეთ ერთეულ ავადმყოფებზე. შედეგი დადებითია.

ბ. ლომთათიძე

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

სისინ-შიშინა სიბილანტიზის ისტორიისათვის
 წინარე-ადილურში

ადილურ ენებს ამჟამად ახასიათებს სისინ-შიშინა სპირანტთა სამეული (წ'ს'ს'). ეს სამეული სხვადასხვა წარმოშობისაა.

კერძოდ, ყაბარდოულის წ'ს'ს' სპირანტთა სამეულის ერთი რიგი მომდინარე ჩანს შიშინა სიბილანტთაგან. სიბილანტთა ეს ამოსავალი შიშინა სახეობა დღემდე აქვს დაცული ადილურს [1]. შდრ.:

ადილური	ყაბარდოული	
ლ'წჟწ	ლ'წწწწ	„მუშაობა“
ჟაწ	წ'წ	„პირი“
ნებჯწლი ნებჟწლი	ნებწწწლი	„ტოლი“
ლ'წგაწწწწ ლ'წგაწწწწ	ლ'წგაწწწწ	„მუხლი“
შტ	ს'ტ	„დგას“
ფშტ	ფს'ტ	„თავადი“
შა'ჩ'წ	ს'ჩ'წ	„ნაცრისფერი“
ქიშა	ქიშ'წ	„პკვიანი“
ფჩწდღე	ფს'ადღე'	„დილა“
ჰაჰწ	ჰას'ა	„სტუმარი“
ჰიჰი	ს'გეი	„მიწა“...

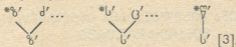
ადილურის ეს სისტემა დაცული ჩვეულებრივ სხვა ენებშიც, რომლებშიაც სათანადო ადილური მასალა შესულა არა ყაბარდოულის გზით ([2], გვ. 40—42).

ყაბარდოულსავე მოეპოვება სხვა რიგის წ'ს'ს', რომელთაც ადილურშიაც შეესატყვისება იგივე წ'ს'ს'. ეს არის, ამდენადვე, საერთო-ადილური წ'ს'ს' და იგი უფრო ძველიც არის. მაგ.:

ადილური	ყაბარდოული	
წ'წწწე	წ'წწწე	„თირკმელ[ებ]ი“
ს'აბწ	ს'აბწ	„რბილი“
ს'წწწ	ს'წწწ	„ცოდნა“

მაგრამ არც ეს საერთო-ადილური სისინ-შიშინა **ზ' ს' ს'** სპირანტთა სისტემა უნდა ასახავდეს წინარე-ადილურ მდგომარეობას. ისინი თავის მხრივ უნდა იყვნენ მიღებულინი უფრო ძველი სისინ-შიშინა სპირანტთა წყვილულისა (***ზ', *ს'**) და აფრიკატთა სამეულის ან ეგებ ოთხეულისაგან (***ძ', *ც', *წ'...**) ამ უკანასკნელთა სპირანტიზაციის ნიადაგზე; ამის შედეგად წარმოიქმნა, ერთი მხრივ, ახალი მკვეთრი სისინ-შიშინა **ს'** სპირანტი და შეივსო სამეული, ხოლო, მეორე მხრივ, უკვე ენაში არსებულ სისინ-შიშინა **ზ' ს' ს'** სპირანტებს დაემთხვა აფრიკატთა სპირანტიზაციით წარმოქმნილი **ზ' ს' (←*ძ' *ც')**.

მაშასადამე სავარაუდოა:



ასეთი ამოსავალი სისტემა რეალურად დღესაც დაცულია მონათესავე აფხაზური ენის ბზიფურ დიალექტსა და უბიხურ ენაში.

ადილურ ენათათვის დამახასიათებელი აფრიკატთა სპირანტიზაციის საფუძველზე წამოყენებული ზემოხსენებული დებულება—წინარე-ადილურში სისინ-შიშინა სიბილანტების (სპირანტთა წყვილულისა და აფრიკატთა სამეულის ან ოთხეულის) ***ზ' *ს' *ძ' *ც' *წ'...**-ს არსებობის შესახებ—გარკვეულ შემთხვევებში შეიძლება ფაქტიურადაც შემოწმებულ იქნეს პირველ ყოვლისა მონათესავე ენათა საერთო მასალაში არსებული შესატყვისებით (მიუხედავად იმისა, რომ აფხაზურ-ადილურ ენებში შესატყვისობების არასწორხაზოვნობის ვითარებაში ამ მხრივაც დიდი სირთულეა დასაძლევია) და, მეორე მხრივ, იმ საყურადღებო ჩვენებებით, რასაც გვაწვდიან მეზობელ ხალხთა ენები, რომლებსაც ნასესხები აქვთ აღნიშნულ ფონემათა შემცველი სიტყვები წარსულში.

მონათესავე ენათაგან ამ მხრივ ვფიქრობთ, დიდი სამსახურის გაწევა შეუძლია აფხაზურს თავისი ბზიფური დიალექტით და უბიხურ ენას (თუმცა თავისი ნარევობის გამო—მეტი შეზღუდვით), სადაც დღესაც დაცულია ეს ნავარაუდვეი ფონემური სისტემა.

ამასთან დაკავშირებით ჩვენ მიერ წამოყენებულ იქნა შემდეგი სახის კანონზომიერება: თუ ბზიფურს ადილურთან საერთო მასალაში **ზ' ს' ს'** სპირანტების შესატყვისად აღმოაჩნდება აფრიკატები (კერძოდ, სისინ-შიშინა), უნდა ვივარაუდოთ, რომ სათანადო ადილური **ზ' ს' ს'** სპირანტები მომდინარეობენ სისინ-შიშინა აფრიკატთაგან, ხოლო თუ საერთო-ადილური მასალის **ზ' ს' ს'** სპირანტებს ბზიფურში შეესატყვისება ასევე სისინ-შიშინა **ზ' ს' ს'** სპირანტები, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ისინი საერთოდაც აფხაზურ-ადილურ ენებში წარმოდგენილი იყვნენ სპირანტებით [3].

წინარე-ადილურში სისინ-შიშინა სიბილანტთა ამოსავალი სისტემის შესახებ წამოყენებული ეს დებულება და ამ სისტემის ბზიფურის შესატყვისობათა მიხედვით შესაძლო აღდგენის მეთოდი A. Kuipers-მა თუმცა საინტერესო ცდად ჩათვალა და მას ფართო გამოყენების პერსპექტივაც დაუხაზა ([4], გვ. 112),

შემდგომში მაინც მიიჩნია, რომ იგი ლოგიკური აუცილებლობისაგან მაინც არისო და მოყვანილი მაგალითები (მისი სიტყვით: ზუთი შემთხვევისათვის სამი და—მათში ორი ერთ ფონემაზე, თანაც საეჭვო—საბოლოოდ მხოლოდ ერთი უტყუარი მაგალითი) არ არის საკმარისი მის საილუსტრაციოდო ([5], გვ. 61). თანაც მიუთითა სხვა შესატყვისობის მაგალითებზე ორივე მიმართულებით, ე. ი. როცა აფხ. წ'-ს ადგილას წ არის ჩერქეზულში („ტილი“), მეორე მხრივ, როცა ჩერქეზ. ზ'-ს ადგილას აფხაზურში არის ჟი („ძველი“) და ჩერქ. ს'-ს ადგილას—აფხ. ში („ასი“).

ასეთი საწინააღმდეგო შესატყვისობის მაგალითების დასახელება ბლომად შეიძლება; აფხაზურ-ადილურ ენათა შორის შესატყვისობის კანონზომიერებათა დადგენის სირთულეც ამაში მდგომარეობს.

ჩვენი მიზანი იყო ადილურ ენათა ფონემატური სტრუქტურის თავისებურებებისა და განვითარების ტენდენციების გათვალისწინებით აღგვედგინა წინარე-ადილური სისტემა სისინ-შიშინა სიბილანტებისა. ვფიქრობთ, ეს სისტემა შედგებოდა სპირანტთა წყვილელისა და სათანადო აფრიკატთა რიგებისაგან (აქ შემდგომს დაზუსტებას საჭიროებს აფრიკატთა სისტემა სამეული იყო თუ—ოთხეული). ამ თეორიული მოსაზრების საილუსტრაციოდ მოვიყვანეთ შესატყვისობის ის მაგალითები, რომელთაც Kuipers-ი საკმარისად არ მიიჩნევს—ზოგს სადაობის გამო (ეტიმოლოგიები, როგორც ცნობილია, დიდ სირთულეებს უკავშირდება და ყველასათვის ერთნაირად სარწმუნო შეიძლება არ ჩანდეს. მათ შესახებ ჩვენ კვლავ მოგვიხდება მსჯელობა), ზოგს კი სიმცირის გამო. ჩვენ ამთავითვე მიზნად არ დავვისახავს ამ მხრივ ყველა შესატყვისობის განხილვა. ეს სპეციალური ძიების საგნად მიგვაჩნდა მომავალში და, ვფიქრობთ, იგი მით უფრო ეფექტური იქნება, რაც (როგორც სამართლიანად შენიშნავდა თვით Kuipers-ი [4], გვ. 112) უფრო სრულად გამოვლინდება შესადარებელ ენათა დიალექტების ლექსიკური მასალა.

ჩვენ არ გვიმტკიცებია, რომ ბზიფ. წ'-ს უთუოდ ს' შეესატყვისება ადილურში, ან ადილური ზ' ს', თუ მათ შესატყვისად ბზიფურში აფრიკატები ვერ დავადასტურეთ, უთუოდ ბზიფური ზ' ს'-ს შესატყვისნი არიანო. ჩვენ სავსებით გარკვევით ვამბობთ; მხოლოდ მაშინ შეიძლება დაბეჯითებით ვთქვათ ადილური ზ' ს' ს'-ს შესახებ—ისინი მომდინარეობენ სისინ-შიშინა აფრიკატთაგანო, როცა საერთო მასალაში ბზიფურში მათ აღმოაჩნდებათ ძ' ც' წ'. ამის სარწმუნო მაგალითად რჩება (სხვას რომ თავი დავანებოთ) ადილ. ზ' გ-ნ, ბზიფ. ა-ძ'-რა „წვა“. მაშასადამე ეს ადილური ზ' მომდინარეობს წინარე-ადილური ძ'-საგან.

ასევე ჩვენ ვამბობდით — ადილურის ის ზ' ს' შეიძლება იყოს პირვანდელი სისინ-შიშინა სპირანტები, რომლებიც ბზიფურშიაც ზ' ს' შესატყვისებს გვიჩვენებენო, და, ამდენადვე, აქ სხვა მიმართებებს (როგორიცაა, მაგ. ბზიფ. ჟი, ადილ. ზ'; ადილ. ს', ბზიფ. ში...) ვერც შემოვიყვანდით. სხვა მიმართებები ამ ენათა შორის მრავალგვარია, მაგრამ ჩვენ მათგან გამოვყოფდით მხოლოდ ზემოაღნიშნულ შემთხვევებს. ძნელია ყველა შესაძლო ცვლილებები, მომხდარი ცალკეულ შესადარებელ ენაში, გათვალისწინებული გვქონდეს ამთავითვე. გამო-



რიცხული არც ის არის რომ თვით ბზიფურის **ზ' ს' ძ' ც' წ'** შესაძლოა ერთგვაროვანი არ იყოს. ყურადღებას იქცევს ის გარემოებაც, რომ მაგალითად, ბზიფურის **ს'** აფხაზურისავე სხვა დიალექტებში შესატყვისად ზოგჯერ **ს-**ს გამოგვივლენს და ზოგჯერაც—**შე-**ს (ასევე ორგვარი შესატყვისი იჩენს თავს **წ'-ს** შემთხვევაშიაც). ამიტომვე ჩვენ მხოლოდ ის ადილური **ს'** მიგვაჩნია სისინ-შიშინა **ს'** სპირანტიდან მომდინარედ, რომელსაც საერთო ფუძეში ბზიფურშიც **ს'** აღმოაჩნდება. მაგ. ასეთი **ს'** გვაქვს ადილ. **ს'გნ** („ბატანი“) სიტყვაში (შდრ. ბზიფ. ა-**ს'გ-ს'**), ადილ. **ს'-ნ** („ქსოვა“) სიტყვაში (შდრ. ბზიფ. ა-**ს'-რა**) და სხვ. მაგრამ ამის თქმა ვაგვიჭირდება ადილურისავე **ს'-ზე**, რომელიც წარმოდგენილია **ს'ნ** („ას“) სიტყვაში და მისთანებში.

ამრიგად, წინარე-ადილური სავარაუდო სისინ-შიშინა სიბილანტების აღსაღწენად, ვფიქრობთ, დიდი სამსახურის გაწევა შეუძლია ბზიფური დიალექტის (და უბიხური ენის) მონაცემებს. ამ მიმართულებით შესატყვისობის ძიება მომავლის საქმეა.

ამჟამად გვსურს ყურადღება მივაქციოთ ადილურის იმ ლექსიკურ მასალას, რაც მეზობელ ხალხთა ენებში შესულა და სავარაუდო სისინ-შიშინა სიბილანტებს შეიცავდა.

თუ მეზობელ ხალხთა ენებში ადილურიდან ძველად შესულ ლექსიკურ მასალაში თავი იჩინა აღნიშნული **ზ' ს' ს'** სპირანტების სხვადასხვა წესით გადმოცემამ (ე. ი. სპირანტითა და აფრიკატით), უნდა ვიფიქროთ, რომ სესხების პერიოდში ადილურს სისინ-შიშინა სპირანტებთან ერთად უნდა ჰქონოდა აფრიკატებიც.

ამ თვალსაზრისით ჩვენ აქ შევხებით ტაპანთური დიალექტის მონაცემებს და, რამდენადაც ამის შესაძლებლობას იძლევა შესწავლის თანამედროვე დონე, ოსურისას (საგანგებო ძიებას მოითხოვს უბიხურის მასალა, მით უმეტეს, რომ მას თვით მოვებოვება საძიებელი რიგის ფონემები, მაგრამ მასში დიდ სიძნელეს წარმოადგენს ადილურთან საერთო მონათესავე მასალისა და ნასესხების მკაცრად გამოიჯნა).

ადილურში მომხდარი სისინ-შიშინა აფრიკატთა სპირანტიზაციის პროცესის შედარებითი დათარიღებისათვის საყურადღებო ჩვენებებს გვაწვდის სწორედ ამ ენებში შესული ადილური ლექსიკა.

ტაპანთურში ადილური ნასესხები მასალის გამოყოფა ზუსტად ხერხდება, რამდენადაც არსებობს შესაძლებლობა სხვა აფხაზურ დიალექტებთან (რომლებშიაც იგი არაა შესული) შევირისპირებისა.

გაიჩქვას, რომ საერთო-ადილური **ზ' ს' ს'** სპირანტები ტაპანთურს გადმოვლია **ზი || ში, სი || ში, წი || ჭი** ლაბილიზებული სიბილანტებით ([2], გვ. 42):

ს ა ე რ თ ო - ა დ ი ლ უ რ ი
(ადილურ-ყაბარდოული)

ტ ა პ ა ნ თ უ რ ი

ს'პაკიშ
აჟნ^გზ'
ყნ^{ს'}აღწ

შიპაკია
აჟნ^გზ'
ყაწიამა

„საწყენი, წყენა“
„მღევი“
„ხელობა“ და მრ. სხვ.

ყაბარდოულის მეორეული ზ'ს'ს' სპირანტთა შემცველი სიტყვების ტაპანთურად გადმოცემისას შეინიშნება სხვაობა.

ერთი რიგი ფუძეებისა, რომლებიც უფრო ძველად ჩანს შეთვისებული, ტაპანთურს გადმოღებული აქვს ადილურის დონის შესაბამისად, ე. ი. ადილურის მსგავსად ჟ, ჟა, შ, შა, ჭ, ჭა სიბილანტებით ([2], გვ. 41—42).

ყაბარდოული

ტაპანთური

ლაზ'წ

ლაჟა „ბრალი“ (შდრ. ადილ. ლაჟწ)

ღაჟ'წ

ღაჟჟა „მონაცელზე

მოსული

ნორჩი ბალახი“ (შდრ. ადილ. ღაჟჟა)

მახ'წ

მაშა „ორმო“ (შდრ. ადილ. მაშაწ)

პახ'წს'

პაჟაშ „სასტუმრო ოთახი“ (შდრ.

ადილ. პაჟაშ და აქედან აფხაზურის სხვა დიალექტებშიც—

აპაჟაშ)

ს'ჟუნწ

ა-ჟუნა „სარდაფი“ (შდრ. ადილ.

ჟუნწ) და სხვ.

ხოლო მეორე ნაწილი, რომელიც ტაპანთურში უშუალოდ ყაბარდოულიდან შესულა უფრო მოგვიანებით, გადმოცემულია ზ'ს'ს'-ს შესაბამისი ისევ ლაბიალიზებული ზი || ჟი, სი || ში, წი || ჭი სიბილანტებით:

ყაბარდოული

ტაპანთური

ფს'გ

ფშიგ „თავიდი“ (შდრ. ადილ. ფშიგ)

ჩხხ'აპწ

ჩ'აჟიპა „თავმესაფარი“...

ადილური ზ'ს'ს' სისინ-შიშინა სპირანტთა ზი || ჟი, ში || სი, წი || ჭი ლაბიალიზებული სახეობებით გადმოღება, საფიქრებელია, იმითაა გამოწვეული, რომ ტაპანთურს მარტივი სისინ-შიშინა სიბილანტები არ გააჩნდა და მათ უფრო ლაბიალიზებული სიბილანტები უდგებოდა (ბუნებრივია ასევე ადგილობრივი გადმოცემული სათანადო ადილური ლაბიალიზებული ფონემებიც, მაგ.: უნახ'ა ტაპ. უნახ'ა || უნაშა „ბრძანება“ და მსგავსნი).

ტაპანთურის ჩვენება ცხადყოფს, რომ ტაპანთურის ადილურთან კონტაქტის პერიოდში ადილურს *ძ'ც'წ... აფრიკატები აღარ მოეპოვებოდა; ისინი უკვე იყვნენ სპირანტიზებულნი, ვადასულნი ზ'ს'ს'-ში.

ეს პროცესი უკვე დამთავრებული უნდა ყოფილიყო არა მარტო ყაბარდოულში, არამედ საერთო-ადილურშიც. ამიტომ ტაპანთურის ადილურთან მჭიდრო კონტაქტი დიდი სიძველისა არა ჩანს.

დგება ბუნებრივი კითხვა, თუ ტაპანთურში არ არის დაცული სისინ-შიშინა აფრიკატთა სპირანტიზაციამდელი ვითარება, როგორღა ავხსნათ ადილური სისინ-შიშინა ს' სპირანტის ტაპანთურში აფრიკატით (წი || ჭი) გადმოღება? ტაპანთურის არც ეს ფაქტი მიუთითებს ს' ადილური სპირანტის აფრიკატულ



ბუნებაზე (ამ პერიოდში); იგი გამოწვეულია იმავე მიზეზით, რა მიზეზითაც აიხსნება მარტივი ადილური **ჯ'ს'ს'** სპირანტების ტაპანთურში ლაბიალიზებული სახეობებით გადმოღება. **წი || ჭი** აფრიკატებით იქნა **ს'** სისინ-შიშინა მკვეთრი სპირანტი ადილურისა გადმოცემული იმიტომ, რომ ასეთი სპირანტი ტაპანთურს არ მოეპოვებოდა; თავისი მკვეთრი (და სისინ-შიშინა ბუნების გამო) ადილური **ს'** სპირანტი ტაპანთურმა დაუახლოვა თავის მკვეთრ ლაბიალიზებულ (**წი || ჭი**) აფრიკატს.

ამრიგად, ტაპანთურში სხვადასხვა ხნოვანების ფაქტები იჩენს თავს: სულ ახალი, ყაბარდოულიდან შესული, უფრო ძველიც — საერთო-ადილური, მაგრამ არა წინარე-ადილური (როცა სავარაუდებელია არსებობდა სისინ-შიშინა სპირანტთა გვერდით აფრიკატებიც). ტაპანთურში შემონახული ფაქტები ადილურის სისინ-შიშინა აფრიკატთა სპირანტიზაციის შემდგომი პერიოდისაა.

უფრო ძველი ვითარების ამსახველი ჩანს ოსურში შესული ადილური მასალა.

ოსურშიაც შეინიშნება სხვადასხვა დროს ნასესხები ადილური ლექსიკა. როგორც საერთო-ადილური, ისე ყაბარდოული **ს'** ოსურში გადმოღებულია **წ**-თი. (მაგ., ადილ. **ყხსაღ**, ოსური — **აწალტა** (ac'ağwæ) „ხელობა, ხელოვნება“ ([6], გვ. 272).

ეს ასევე იქნებოდა მაშინაც, თუნდაც ეს **ს'** აფრიკატიდან მომდინარე არ ყოფილიყო. იმიტომ, რომ მკვეთრ **ს'**-სთან ყველაზე უფრო ახლო ოსურში **წ** დგას. ამდენადვე, მკვეთრი სიბილანტის მიხედვით ოსურში ამოსავალი სახეობის ძიება გაჭირდება, თანაც რამდენადაც მთლიანად ოსურს შიშინა სიბილანტები არ ექნებოდა, არა მარტო **ს'** სპირანტი, არამედ მკვეთრი შიშინა აფრიკატებიც **წ**-თი გადმოვიდოდა. (შდრ. ყაბ. ტუახ'ზ, ადილური — ტუაჰზ — „მთებშუა ჩავარდნილი ადგილი“ — და ოსური — ტუაწზ — „დაბალი ჰაობიანი ადგილი, ლერწმნარი“ ([7], გვ. 43).

ასევე ადილურის როგორც სისინ-შიშინა (**ჯ'ს'**) სპირანტები, ისე შიშინა სპირანტები ოსურში გადმოღებული ჩანს სისინა **ჯ ს** სპირანტებით.

ამასთანავე შეინიშნება შემთხვევები ყაბარდოულში არსებული სპირანტიანი ფუძეების აფრიკატით გადმოცემისა ოსურში, ე. ი. დაცულია აფრიკატის (შიშინა აფრიკატის) სპირანტიზაციამდელი ვითარება (მაგ. ყაბ. **შბჟჟა**, ადილ. **შბჟჟა**, ოსური: **ცვზჟ || ცვბჟჟ || ცვზჟ** „წიწიკა“ (შდრ. შაფს. **ჩგბჟგა** ტაბ. **ჩგბ-ჯი**) ([6], გვ. 327).

რამდენადაც შეინიშნება, რომ ოსურში ადილურიდან ნასესხებ მასალაში გარკვეულ შემთხვევებში შემორჩენილია უფრო ძველი აფრიკატული სახეობა, საყურადღებო ხდება ოსურის ჩვენება საერთო-ადილური **ჯ'ს'** სპირანტთა შემცველი ფუძეების გადმოცემის მხრივაც.

თუ ოსურში (ძველად ნასესხებ მასალაში) საერთო-ადილური **ჯ'ს'**-ს ადგილას დადასტურდა სპირანტები (როგორც ზემოთ ვნახეთ, ოსურში სისინ-შიშინა ბგერათა უქონლობის გამო მათ ადგილას მოგვევლინება სისინა **ჯ ს** სპირანტები), უნდა ვიფიქროთ, რომ სესხების პერიოდში ადილურს ჰქონდა სათანადო ფუძეებში სისინ-შიშინა სპირანტები და, პირიქით, თუ საერთო-ადილური **ჯ'ს'**-ს ადგილას ოსურში დადასტურდა აფრიკატები (ეს აფრიკატები ოსურ-

რის დამახასიათებელი ფონეტიკური სისტემის მიხედვით იქნება სისინა ძ ც აფრიკატები), უნდა ვიფიქროთ, რომ სესხების პერიოდში ადილურს სათანადო შემთხვევებში ჰქონდა სისინ-შიშინა აფრიკატები.

და, მართლაც, ამ მხრივ განსაკუთრებულ ყურადღებას იქცევს ოსურში ადილურიდან შესული სიტყვა ფს'წ („კისერი, ქელი“). ოსურს საერთო-ადილური ს' სისინ-შიშინა სპირანტი ამ სიტყვაში ც აფრიკატით აქვს გადმოცემული: წჭცწ-გ „კისერი, ქელი“. ვ. აბაევს სრული დამაჯერებლობით აქვს ნაჩვენები ამ ფუძეთა იგივეობა, კერძოდ, ოსურის ადილურიდან მომდინარეობა და თანაც საკმაოდ გონებამახვილურად ნაჩვენები, რომ ეს ადილურ ენათა ძველი ფონდია ოსურში ([6], გვ. 108).

საერთო-ადილური ს' სპირანტის ოსურში გადმოღება ც აფრიკატით ზემოხსენებულ სიტყვაში იმის უდაო მათუწყებელია, რომ სისინ-შიშინა ს' სპირანტი ამ ადილურ სიტყვაში მომდინარეობს აფრიკატისაგან და სისტემის მიხედვით სწორედ მოსალოდნელი სისინ-შიშინა (ც') აფრიკატისაგან. ეს ფაქტი წინარე-ადილურის ვითარების ამსახველია და ამდენადვე უტყუარი მითითება იმაზე, რომ ადილურში (საერთო-ადილურში) მომხდარა სისინ-შიშინა აფრიკატთა სპირანტიზაცია; რომ წინარე-ადილურში სისინ-შიშინათა ისეთივე სისტემა უნდა გვექონოდა, როგორც ბზიფურს (მის კალდახვარულ თქმას) ახასიათებს.

მოყვანილ მაგალითში რომ რაიმე პოზიციური ცვლილებით მიღებულ სახეობასთან არ უნდა გვექონდეს საქმე (ე. ი. ც პოზიციური ცვლილებით არ მიგვიღია), იქიდან ჩანს რომ, ყაბარდოულიდან ნასესხებ „ზზარეულის“ აღმნიშვნელ ფს'აჭწ სიტყვაში სისინ-შიშინა ს' სპირანტი მსგავსავე პოზიციაში ოსურმა სპირანტივით გადმოიღო. ყაბ. ფს'აჭა, ოსური—წჭხაპწ ([6], გვ. 108—109). როგორც ვხედავთ, სრულიად ერთგვარ პოზიციაში (შდრ. წჭცწგ, წჭხაპწ) ოსურმა ს' ერთ შემთხვევაში ც-თი გადმოსცა, მეორე შემთხვევაში—ს-თი. ამით ოსურმა შემოგვინახა ადილურ ენათა ისტორიის უძვირფასესი ფაქტი; უფრო ძველი ფაქტი, ვიდრე ამას თვით ადილურ ენათა გაღრმავებული ისტორიულ-მედარეობით შესწავლა მიწვდებოდეს.

ადილურ-ოსური ურთიერთობა დიდად ძველი ჩანს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ენათმეცნიერების ინსტიტუტი

(რედაქციის მოუვიდა 16.11.1966)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

К. В. ЛОМТАТИДЗЕ

(член-корреспондент АН ГССР)

К ИСТОРИИ СВИСТЯЩЕ-ШИПЯЩИХ СИБИЛЯНТОВ В ПРОТО-АДЫГСКОМ

Резюме

Нами было выдвинуто положение, что существующая ныне троечная система свистяще-шипящих спирантов в адыгских языках вторично-



го происхождения. В прото-адыгском следовало ожидать как свистяще-шипящие спиранты (z' , s'), так и соответствующие аффрикаты ($z's'$, c' , $ç'$..), которые в дальнейшем в обще-адыгском подверглись спирантизации и, с одной стороны, совпали с наличными в языке свистяще-шипящими спирантами— $z' \rightarrow z'$; $c \rightarrow s'$, а с другой стороны, образовался новый абруптивный спирант $ç' \rightarrow s'$ [3].

Для подтверждения указанного положения рассмотрены факты из соседних языков, в которые вошли адыгские слова с названными фонемами.

Анализ данных тапанского диалекта приводит к заключению, что контакты тапантцев с адыгами не той давности, когда эти свистяще-шипящие аффрикаты еще были присущи прото-адыгскому.

Для установления сравнительной хронологии и уяснения природы свистяще-шипящих фонем в адыгских языках, а также лабиализованных сибилантов в самом тапанском данные тапанского диалекта весьма важны, однако они не могут свидетельствовать о наличии свистяще-шипящих сибилантов в прото-адыгском, поскольку в тапанском диалекте представлены факты более поздней эпохи.

В этом отношении весьма ценны показания осетинского языка. Поскольку контакты осетин и адыгов относятся к эпохе большей давности, осетинский язык сохранил нам факты, относящиеся к прото-адыгской эпохе. С этой точки зрения особое значение приобретает в осетинском языке слово *āfcāg* „шея, хребет“, которое заимствовано из адыгских языков (В. И. Абаев). Факт передачи в нем аффрикатой с свистяще-шипящего спиранта s' современных адыгских языков (ср. адыг. $ps'ā$ „шея“) есть прямое указание на то, что в данном случае адыгский свистяще-шипящий спирант s' ведет начало от соответствующей аффрикаты, и, что, наряду со свистяще-шипящими спирантами (z' , s'), прото-адыгскому были присущи и соответствующие аффрикаты.

დადოვიანი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. გ. რ. გ. ა. ვ. ა. შიშინა აფრიკატთა სპირანტიზაცია ადიღურ ენებში. საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის მოამბე, ტ. V, № 4, 1944.
2. ქ. ლომთათიძე. აფხაზური ენის ტაპანური დიალექტი. ტექსტებითურთ. თბილისი, 1944.
3. К. Б. Ломтатидзе. К генезису одного ряда трочных спирантов в адыгских языках. Доклады и сообщения ин-та языкознания АН СССР. № 4, 1954.
4. Aert H. Kuipers. Phoneme and Morpheme in Kabardian, 1960.
5. Aert H. Kuipers. Proto-circassian phonology; an essay in reconstruction. *Studia Caucasica*, 1, 1963.
6. В. И. Абаев. Историко-этимологический словарь осетинского языка, I. М.—Л., 1958.
7. Б. Х. Балкаров. Адыгские элементы в осетинском языке. Нальчик, 1965.

მთ. რედ აქტორი—საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის

აკადემიკოსი რ. დვალი

Гл. редактор—академик Академии наук Грузинской ССР

Р. Р. Двали

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 16.5.1967; შეკვ. № 426; ანაწყოების ზომა 7×11;
ქაღალდის ზომა 70×108; საალრიტხო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 19,0;
ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 21,0; უფ 01280; ტირაჟი 1350

Подписано к печати 16.5.1967; зак. № 426; размер набора 7×11; размер
бумаги 70×108; количество уч.-изд. листов 19,0; количество печатных
листов 21,0; УЭ 01280; тираж 1350

გამომცემლობა „მეცნიერების“ სტამბა, თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 15.

Типография Издательства «Мецниереба», Тбилиси, 60, ул. Кутузова, 15.



შინაარსი — СОДЕРЖАНИЕ — CONTENTS

მათემატიკა — МАТЕМАТИКА — MATHEMATICS

C. A. Мчедlishვილი. О дифференцируемости функций двух переменных . . . 289

*ს. შკედლიშვილი. ორი ცვლადი ფუნქციის დიფერენციალის შესახებ 294

Г. С. Дадუнашвили. О некоторых свойствах рефлексивных локально выпуклых топологических пространств 295

*გ. დადუნაშვილი. რედუქციური ლოკალურად ამოზნექილი ტოპოლოგიური სივრცის ზოგიერთი თვისებების შესახებ 300

T. V. Вепхვაძე. Об одной формуле Я. В. Успенского 301

*თ. ვეფხვაძე. უსპენსკის ერთი ფორმულის შესახებ 308

Г. А. Карасев. О л-нильпотентных группах 309

*გ. კარასევი. л-ნილპოტენტურ ჯგუფთა შესახებ 314

კიბერნეტიკა — КИБЕРНЕТИКА — CYBERNETICS

P. П. Мегрелишвили. Об обобщенной формулировке кодового расстояния 315

*რ. მეგრელიშვილი. კოდური მანძილის განზოგადებული ფორმულირების შესახებ . . . 318

ფიზიკა — ФИЗИКА — PHYSICS

Д. С. Цицкишвили. Колебания двухатомной цепочки с дефектом 319

*დ. ციციშვილი. დეფექტიანი ორატომიანი ჯაჭვის რხევები 326

Л. В. Лаперашвили. Рождение странных частиц нейтринным пучком и симметрия... 327

*ლ. ლაპერაშვილი. უცნაურ ნაწილაკთა დაბადება და სიმეტრია... 331

გეოფიზიკა — ГЕОФИЗИКА — GEOPHYSICS

Д. А. Цицишвили, Г. Г. Табагуа. Изучение карстовых проявлений методами электроразведки на участке будущего курорта „Гагра альпийская“ 333

*დ. ციციშვილი, გ. ტაბაღუა. კარსტულ გამოვლინებათა შესწავლა ელექტროდების მეთოდებით მომავალი კურორტის „ალპური ვაგარის“ უბანზე 339

ქიმია — ХИМИЯ — CHEMISTRY

В. С. Варазашвили, Г. Д. Чачანიძე, Т. А. Павленишвили. Исследование некоторых термических и магнитных свойств ферритов системы $NiFe_2O_4-ZnFe_2O_4$ 341

*ვ. ვარაზაშვილი, გ. ჩაჩანიძე, თ. ფავლენიშვილი. $NiFe_2O_4-ZnFe_2O_4$ სისტემის ფერიტების ზოგიერთი თერმული და მაგნიტური თვისებების შესწავლა . . . 346

Л. Д. Меликадзе, И. Л. Эдилашвили. Флуоресценция производных 1,2-беназантрацена в присутствии некоторых ароматических аминов 347

*ლ. მელიკაძე, ი. ედილაშვილი. 1,2-ბენზანტრაცენის წარმოებულუმების ფლუორესცენცია სხნარში ზოგიერთი არომატული ამინის თანაობისას 350

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის 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.



Ю. А. Муравьев, Т. В. Девдариани, Д. Ф. Кутепов, В. В. Коршак. Синтез термостойких полимеров, содержащих симметричный триазиновый цикл 353

*ი. მურავიოვი, თ. დევიდარიანი, დ. კუტეპოვი, ვ. კორშაკი. თერმოდურადი პოლიმერების სინთეზე, რომლებიც შეიცავენ სიმეტრიულ ტრიაზინის ციკლს 358

ქიმიური ტექნოლოგია—ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ—CHEMICAL TECHNOLOGY

Б. А. Лашхи, Л. В. Зверев, В. Н. Гаприндашвили. Исследование смачиваемости некоторых минералов и окислов расплавами хлоридов 359

*ბ. ლაშხი, ლ. ზვერევი, ვ. გაფრინდაშვილი. ზოგიერთი უწყველისა და მინერალის გამლვადი ქლორიდებით დასველების გამოკვლევა 363

ბიოქიმიკა—БИОХИМИЯ—BIOCHEMISTRY

ა. მესხი. ყურძნის წველის ცილების დაყოფა სეფალექსზე და მათი იდენტიფიცირება 365

*А. В. Месхи. Разделение белков винограда на колонке сефалекса и их идентификация 370

М. Р. Казахашвили, Н. В. Гвалия. Влияние глюкозы на превращения аминокислот в срезах головного мозга крыс 371

*მ. ყაზახაშვილი, ნ. გვალია. გლუკოზას გავლენა ამინომჟავათა გარდაქმნებზე ვირთაგვის თავის ტვინის ანატომიაში 376

გეოგრაფია—ГЕОГРАФИЯ—GEOGRAPHY

თ. კობახიძე. ტექტონიკური სტრუქტურების როლი თუშეთის კავკასიონის რელიეფის ფორმების ჩამოყალიბებაში 379

*Т. В. Кобаидзе. Роль тектонических структур в формировании рельефа Тушетского Кавказии 383

გეოლოგია—ГЕОЛОГИЯ—GEOLOGY

З. А. Кокрашвили. Диабазы в карбонатных флишевых отложениях Нижней Сванетии 385

*ზ. კოქრაშვილი. დიაბაზები ქვემო სვანეთის კარბონატულ ფლიშურ ნალექებში 389

პალეობიოლოგია—ПАЛЕОБИОЛОГИЯ—PALAEOBIOLOGY

Л. В. Мухелишвили. О некоторых сарматских нассидах Мегрелии 391

*ლ. მუსხელიშვილი. სამეგრელოს ზოგიერთი სარმატული ნასიდების შესახებ 398

ენერგეტიკა—ЭНЕРГЕТИКА—POWER ENGINEERING

Д. Г. Цхвирашвили. Теория распределения нелетучих веществ между кипящей водой и равновесным с ней паром 399

*დ. ცხვირაშვილი. მდურე წყალსა და მასთან წონასწორობაში მყოფ ორთქლს შორის ნიეთერების განაწილების თეორია 402

სამთი საქმე—ГОРНОЕ ДЕЛО—MINING

Т. А. Кирья. Оценка относительной эффективности двухрядного турбобура 403

*ტ. ქირია. ორრიგინი ტურბობურის ფარდობითი ეფექტურობის განსაზღვრა 407

მეტალურგია—МЕТАЛЛУРГИЯ—METALLURGY

Т. С. Яшвили, Д. Ш. Цагарейшвили, Г. Г. Гвелесანი. Энтальпия и теплоемкость полуторной окиси иттрия и двуокиси церия при высоких температурах 409

*თ. ყაშვილი, დ. ცაგარეიშვილი, გ. გველესიანი. იტრიუმის და ცერიუმის ენთალპია და სითბოტევადობა მაღალ ტემპერატურებზე 413



И. Г. Зедгинидзе. К вопросу выделения существенных параметров сложных технологических процессов	415
*ი. ზედგინიძე. რთული ტექნოლოგიური პროცესების არსებითი მარამეტრების გამოყოფის საკითხისათვის	422
Б. К. Мехуке. Задача оптимального распределения приоритетов в одноканальной системе массового обслуживания с потерями	423
*ბ. მეხუკე. მასობრივი მომსახურების ერთარხიან სისტემაში პრიორიტეტების ოპტიმალური განაწილების ამოცანა	430

ნიადამცოდნეობა—ПОЧВОВЕДЕНИЕ—SOIL SCIENCE

Р. И. Пиковская, М. М. Джинчвелашвили. Об ассоциации нитрифицирующих и денитрифицирующих бактерий на среде Виноградского	431
*რ. პიკოვსკაია, მ. ჯინჭველაშვილი. ვინოგრადსკის არეზე ნიტროფიკაციისა და დენიტროფიკაციის ბაქტერიების ასოციაციის შესახებ	437

ბოტანიკა—БОТАНИКА—BOTANY

დ. ილოვეა. გვარ ბეგონიას... ანატომიური შესწავლისათვის	439
*ღ. მ. ალავა. К анатомическому изучению рода тимьян...	445
Н. А. Анели. О дислокации фазы междуузлий покрытосеменных растений	447
*ნ. ანელი. ფართულფოთიან მცენარეთა ნუბლშორისის ლატენის დისლოკაციის შესახებ	453

მცენარეთა ფიზიოლოგია—ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ—
PHYSIOLOGY OF PLANTS

Т. Д. Пурцеладзе. Взаимосвязь биоэлектрических потенциалов покоя двух характерных точек лозы	455
*თ. ფურცელაძე. ვაზის ორა მახასიათებელი წერტილის სვენების ბიოელექტრული პოტენციალის ურთიერთკავშირის შესახებ	458

ენტომოლოგია—ЭНТОМОЛОГИЯ—ENTOMOLOGY

გ. ალექსიძე. ფოსფოროგრანული პრეპარატების შედარებითი ეფექტურობის შესწავლა ვაშლის მენაღმე ჩრჩილზე...	459
*გ. ნ. ალექსიძე. Изучение сравнительной эффективности фосфорорганических препаратов против яблонной минирующей моли	463
ი. ჯამბაზიშვილი. ყვარლის რაიონში გაერცელებული ულუამფორდიტოვანთა... შესწავლისათვის	465
*ყ. ს. ჯამბაზიშვილი. К изучению пластинчатых... распространенных в Кварельском районе	468

პარაზიტოლოგია—ПАЗАЗИТОЛОГИЯ—PARASITOLOGY

მ. კაკულია, ც. დვდარიანი. თელას დიდი ცილაჭამიას... ნემატოდოფუნა აღმოჩენის საკვანძო-საქართველოში	469
*მ. ა. კაკულია, ც. გ. დვდარიანი. Нематодофауна большого ильмового заболонника... в Восточной Грузии	474

მიკრობიოლოგია—МИКРОБИОЛОГИЯ—MICROBIOLOGY

Д. Т. Патарая, А. Г. Кучаева. К изучению распространения актиномицетов в почвах Грузии	475
*დ. პატარაია, ა. გ. კუჩაევა. საქართველოს ნიადაგებში აქტინომიცეტების გავრცელების შესწავლის შესახებ	480



ფიზიოლოგია—ФИЗИОЛОГИЯ—PHYSIOLOGY

Л. С. Николайшвили. О влиянии углекислого газа на инальные артерии, снабжающие кровью кору головного мозга	483
*ლ. ნიკოლაიშვილი. ქერტის მკვებათა პიალურ არტერიებზე ნახშირორჟანგის გავლენის შესახებ	489

მეცნიერებათა მედიცინა—ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА—EXPERIMENTAL MEDICINE

И. К. Адамия. Показатели периферической крови костного мозга и кроветворных органов у здоровых мышей линии С ₅ Н _А	491
*ი. ადამია. С ₅ Н _А ზაის თავების პერიფერიული სისხლის, ძვლის ტვინისა და სისხლმბადი ორგანოების ნორმული მონაცემები	496
Г. Д. Тумანიшвили, Н. А. Гоциридзе. О химической природе рост-стимулирующего фактора тканевых экстрактов	499
*გ. თუმანიშვილი, ნ. გოცირიძე. ქსოვილის ექსტრაქტების ზრდის მასტიმულატორული ფაქტორის ქიმიური ბუნების შესახებ	503
Л. Г. Безарашвили. Тромбогеморрагический синдром при острой кровопотере	505
*ლ. ბეზარაშვილი. თრომბოპემორაგიული სინდრომი სისხლის მწვავე დაკარგვის დროს	510
გ. ლაბაძე. თრომბოპემორაგიული სინდრომი, განვითარებული ექსტრაკორპორალური აპარატის გამოყენების დროს ექსპერიმენტში	513
*Г. Ш. Лабахуа. Тромбогеморрагический синдром у собак при операциях с использованием аппарата искусственного кровообращения в эксперименте	516
Р. В. Капанадзе. Динамика гистохимического изменения аскорбиновой кислоты в миокарде при остром, прогрессирующем утомлении и экспериментальном стенозе аорты	519
*რ. კაპანაძე. ასკორბინის მეკავს ჰისტოქიმიურ ცვლილებათა დინამიკა მიოკარდში ცხოველის მწვავე, ღრმა დაღლისა და აორტის ექსპერიმენტული სტენოზის დროს	524

კლინიკური მედიცინა—КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА—CLINICAL MEDICINE

Г. Н. Берадзе, Н. В. Николаева. Гемопоэтическая активность сыворотки крови у больных эритремией	525
*გ. ბერაძე, ნ. ნიკოლაევა. ერითრემიით დაავადებულთა სისხლის შრატის ჰემოპოეტური აქტივობა	527
Е. Б. Асламазова. Экспериментально-морфологическое исследование эрлиховской асцитной карциномы на мышях СС ₅₇ под влиянием бромистого натрия	529
*ე. ასლამაზოვა. ბრომიანი ნატრიუმის გავლენის შესახებ ერლიხის ასციტური კიბოს ექსპერიმენტულ-მორფოლოგიურ თავისებურებებზე СС ₅₇ ზაის თავებში	532

ენათმეცნიერება —ЯЗЫКОЗНАНИЕ—LINGUISTICS

ქ. ლომთათიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). სისინ-შიშნა სიბილანტების ისტორიისათვის წინარე-ადილურში	535
*К. В. Ломтатидзе (член-корреспондент АН ГССР). К истории свистящих сибирянтов в прото-адыгском	542



УТВЕРЖДЕНО
Президиумом Академии наук
Грузинской ССР
28.3.1963

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 краткое 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 сверстном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или напечатать ее без визы автора.

12. Автор получает бесплатно 10 оттисков своей статьи.

АДРЕС РЕДАКЦИИ: ТБИЛИСИ, ул. КУТУЗОВА, 15

Телефон 7-18-05, доп. 3-42

Условия подписки: на 1 год — 12 руб., на 6 месяцев — 6 руб.

დ ა მ ტ კ ი ც ე მ ზ უ ლ ი ა
საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
პრეზიდიუმის მიერ 28.3.1963

„საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბის“
დ ე ზ უ ლ ე მ ზ ა

1. „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ იბეჭდება აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.

2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევენ საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.

3. „მოამბე“ გამოდის თვეში ერთხელ, ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 16 ბეჭდური თაბაზი. ყოველი კვარტალის ნაკვეთები (სამი ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.

4. „მოამბეში“ დასაბეჭდად წერილები წარმოადგენილ უნდა იქნეს ორენაზე: ქართულად და რუსულად. ერთ-ერთ მათგანზე, ავტორის სურვილისამებრ, —სრული ძირითადი ტექსტი, ხოლო მეორეზე —ძირითადი ტექსტის შემოკლებული გამოცემა.

5. წერილის მოცულობა (ორივე ტექსტისა), ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 20.000 სასტამბო ნიშანს (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 „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორების წერილები იბეჭდება აკადემიის ნამდვილი წევრის ან წევრ-კორესპონდენტის წარდგინებით. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე ნამდვილ წევრს ან წევრ-კორესპონდენტს განსაზღვრულად, რათა მან, დადებითად შეფასების შემთხვევაში, წარმოადგინოს იგი დასაბეჭდად.

7. წერილები (ავრთვეთ სათანადო ილუსტრაციები და ნახაზები) ავტორმა უნდა წარმოადგინოს თითო ცალად, დასაბეჭდად საესებიო მომზადებული. ფორმულები ხელით ჯნდა 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 შეძლებისდა გვარად სრული უნდა იყოს: საჭიროა აღინიშნოს წერილის სრული სათაური, სახელწოდება ჟურნალისა, რომელშიც დაბეჭდილია წერილი, ნომერი სერისა, 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 გვერდებად შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად არა უმეტეს ორი დღისა). თუ კორექტურა დადგენილი ვადისათვის არ იქნა წარმოადგენილი, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 10 ამონაბეჭდი.

რ ე დ ა მ ტ კ ი ს მ ი ს ა მ ა რ თ ი: თბილისი, კაჭუავოვის ქ. 15

ტელეფონი 7-18-05, დამ. 3-42

ხელმოწერის პირობები: 1 წლით—12 მან., 6 თვით—6 მან.