

029
1964/3.



საქართველოს სსრ
ეცნიერებათა აკადემიის

გ მ ა ე ბ ე



СООБЩЕНИЯ
АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР



BULLETIN
OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR



XXXIV:2

გ ა ი ს ი 1964 მაჩ

თბილისი * ТБИЛИСИ * TBILISI

МАТЕМАТИКА

Н. А. БЕРИКАШВИЛИ

ОБ ИНДЕКСЕ СИСТЕМ СИНГУЛЯРНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ
УРАВНЕНИЙ НА ДВУМЕРНЫХ
МНОГООБРАЗИЯХ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 24.6.1963)

Нашей целью является вывод формулы для индекса системы сингулярных интегральных уравнений на двумерных дифференцируемых замкнутых многообразиях (см. теорему § 3). Для двумерной сферы эта задача была решена А. И. Вольпертом [1].

В § 1 мы приводим некоторые сведения из топологии и теории сингулярных интегральных уравнений, используемых в следующих параграфах.

В § 2 мы доказываем равенство (2.7) (для сферы аналогичное равенство дано в работе [1]), при выводе которого мы в основном следуем методу из работы [1] и используем равенство нулю индекса одного уравнения на двумерном многообразии. Это равенство показывает, что для целей вычисления индекса достаточно рассматривать уравнения, отклонения которых от типа уравнений Фредгольма сосредоточены в «маленькой части» многообразия. В § 3 показывается, что для уравнений такого типа индекс можно вычислить, рассматривая эти уравнения только в упомянутой маленькой части, и, следовательно, строение многообразия в целом не играет роли. Отсюда, принимая во внимание результат А. И. Вольперта, легко доказываем основную формулу (3.6).

§ 1. Напомним некоторые факты из топологии и теории сингулярных интегральных уравнений, применяемые в § 2, 3.

(1.1). Пусть M^n — замкнутое дифференцируемое n -мерное многообразие класса $r \geq 3$. Обозначим через $Q(M)$ пучок касательных ковекторов; из каждого слоя выбросим нуль-ковектор и в полученном пространстве $Q'(M)$ в каждом слое будем отождествлять векторы v и w , такие, что $v = \lambda w$, $\lambda > 0$. Полученное фактор-пространство $R(M)$ будет $(2n - 1)$ -мерным дифференцируемым замкнутым ориентируемым многообразием (если даже M неориентируемо). Очевидно, если в M выберем какую-либо риманову метрику, то пучок единичных касательных ковекторов будет гомеоморфен с $R(M)$.

(1.2). Пусть $f: R(M) \rightarrow L$, где L — дифференцируемое многообразие класса ∞ . Будем говорить, что f — отображение класса C_0^∞ , если выпол-



нено условие: для любой локальной системы x_1, x_2, \dots, x_n в M и соответствующей локальной системы $x_1, x_2, \dots, x_n, \xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$ в $Q(M)$, отображение $g: Q \rightarrow L$, определенное f имеет производные любых порядков по переменным ξ , непрерывные по всем переменным [2].

(1.3). Будем рассматривать сингулярные интегральные операторы класса C_∞^∞ на дифференцируемом многообразии M^n в смысле работы [2]. Это непрерывные операторы $T: L_p(M) \rightarrow L_p(M)$, $1 < p < \infty$, где $L_p(M)$ построено с помощью некоторой борелевой меры пространства M^n . Каждому сингулярному оператору T сопоставляется символ: некоторая комплексная функция $\sigma(T)$ класса C_∞^∞ на $R(M)$.

(1.4). Сингулярным s -оператором будем называть оператор

$$T: L_p(M) \times \dots \times L_p(M) \rightarrow L_p(M) \times \dots \times L_p(M),$$

отображающий s -степень пространства $L_p(M)$ в себя, такой, что составляющие операторы $T_{ij}: L_p \rightarrow L_p$ сингулярны. Каждому s -оператору T сопоставим матричную функцию $\sigma(T)$ на $R(M)$, определенную равенством $\sigma(T) = \|\sigma(T_{ij})\|$. Для каждой s -матричной функции g на R класса C_∞^∞ существует s -оператор T , такой, что $\sigma(T) = g$. Говорят, что s -оператор T эллиптический, если $\det[\sigma(T)(t)] \neq 0$ для любого $t \in R$. В этом случае образ оператора замкнут и его ядро и коядро конечномерны. Если T и H — s -операторы, то

$$\sigma(TH) = \sigma(T)\sigma(H) \quad \text{и} \quad \sigma(T+H) = \sigma(T) + \sigma(H).$$

(1.5). Пусть E —векторное пространство и $H: E \rightarrow E$ —линейное отображение. Через $\text{Ind } H$ будем обозначать целое число $\dim \text{Ker } H - \dim \text{Coker } H$, если эти числа конечны. Легко показывается, что $\text{Ind}(HH_1) = \text{Ind } H + \text{Ind } H_1$. Если H —сингулярный эллиптический s -оператор, то $\dim \text{Coker } H$ равен размерности ядра сопряженного оператора. Пусть $H: E \rightarrow E$ и $T: F \rightarrow F$ —линейные отображения; тогда для

$$H \times T: E \times F \rightarrow E \times F$$

имеем

$$\text{Ind}(H \times T) = \text{Ind } H + \text{Ind } T.$$

(1.6). Через $C(s)$ будем обозначать пространство комплексных s -квадратных регулярных матриц. Пусть $D(s)$ —его подгруппа, состоящая из тех матриц из $C(s)$, в которых в первой строке стоят нули, кроме первого места, а на первом месте стоит действительное число больше нуля. Пространство правых классов $C(s)/D(s)$ гомеоморфно $(2s-1)$ -мерной сфере S^{2s-1} . Следовательно, имеем расслоение $p: C(s) \rightarrow S^{2s-1}$ со слоем и группой $D(s)$. Отображение p можно описать и так: рассматриваем первую строку матрицы из $C(s)$ как точку в $2s$ -мерном евклидовом пространстве и проектируем ее из начала координат на единичную сферу S^{2s-1} . Если матрицу из $C(s)$, имеющую в верхнем левом углу единицу, а другие элементы в первой строке и в первом столбце нули, отождествим с $(s-1)$ -

-матрицей, получающейся из данной вычеркиванием первой строки и первого столбца, то получим вложение группы $C(s-1)$ в $C(s)$. Очевидно, $C(s-1)$ входит в $D(s)$ и является его деформационным ретрактом. Известно, что группа унитарных матриц $U(s)$ является деформационным ретрактом для $C(s)$. Из вышеуказанного расслоения следует, что

$$\pi_i(C(s), C(s-1)) = 0, \quad i < 2s - 1.$$

(1.7). При $s=2$ указанное выше расслоение $p: C(2) \rightarrow S^3$ вырождается в прямое произведение (в смысле топологии). Множество матриц с детерминантом 1, вида $\begin{pmatrix} a & b \\ -\bar{b} & \bar{a} \end{pmatrix}$, отображение p переводит на S^3 взаимнооднозначно.

(1.8). Пусть P —некоторое замкнутое множество из M^n и U —его окрестность. Пусть $f: R(M) \rightarrow C(s)$ —непрерывное отображение, принадлежащее классу C_0^∞ для точек из U . Тогда существует отображение $g: R(M) \rightarrow C(s)$ класса C_0^∞ , гомотопное f , $g \cong f$, и совпадающее с ним для векторов, приложенных в точках из P .

(1.9). Пусть $f, g: R(M^n) \rightarrow C(s)$ —гомотопные отображения класса C_0^∞ . Тогда существует такая их гомотопия $\Phi(x, t): R \times [0, 1] \rightarrow C(s)$, что все промежуточные отображения тоже класса C_0^∞ и соответствующие производные по ξ непрерывны по совокупности локальных координат и t .

(1.10). Если H и T — s -сингулярные эллиптические операторы на многообразии M^n , символы которых гомотопны при гомотопии вида, описанного в (1.9), то $\text{Ind } H = \text{Ind } T$. Из (1.9) следует, что $\text{Ind } H = \text{Ind } T$, если $\sigma(H)$ гомотопно $\sigma(T)$.

(1.11). Пусть P — n -мерное ориентируемое многообразие, а S^n — n -мерная сфера. Группы гомологии $H_n(P)$ и $H_n(S^n)$ изоморфны группе целых чисел Z . Поэтому для любого непрерывного отображения $f: P \rightarrow S^n$ существует такое целое число $\text{deg } f$, что $f_*(e) = [\text{deg } f] e'$, где $f_*: H_n(P) \rightarrow H_n(S^n)$ —индуцированный от f гомоморфизм, а e и e' —выбранные образующие групп $H_n(P)$ и $H_n(S^n)$ соответственно. Известно, что $f \cong g$ тогда и только тогда, когда $\text{deg } f = \text{deg } g$. Это следует, например, из теоремы Хопфа о классификации непрерывных отображений n -мерного полиэдра в n -мерную сферу. Пусть τ —некоторый n -симплекс в P . Тогда для любого целого k существует отображение $f: P \rightarrow S^n$, такое, что $\text{deg } f = k$ и $f(P - \tau) = x$, $x \in S$.

(1.12). На любом замкнутом дифференцируемом многообразии M^n индекс сингулярного 1-оператора равен нулю (в общем случае очевидное следствие теоремы 1 работы [2]).

(1.13). Пусть G —топологическая группа, G' его подгруппа и e —единица группы. В гомотопической группе $\pi_1(G, G', e)$ естественно можно ввести «новую» групповую операцию, пользуясь групповым строением G .

Оказывается, что эта операция совпадает со старой. Это показывается прямой проверкой.

(1.14). Пусть $X \subset Y$ — линейно связные пространства и $\pi_i(Y, X, x) = 0$, $i \leq k+1$; пусть P — k -мерный полиэдр. Тогда для любого непрерывного $f: P \rightarrow Y$ существует $g \cong f$ и $g(P) \subset X$. Если $h, g: P \rightarrow X$ гомотопны в Y , то они гомотопны и в X .

§ 2. Пусть M^n обозначает n -мерное дифференцируемое замкнутое многообразие класса $\cong 3$, а $R^{2n-1} = R(M^n)$ — полиэдр, определенный в (1.1).

Для любого положительного целого s через F_s будем обозначать группу всех непрерывных отображений полиэдра R^{2n-1} в группу $C(s)$, а через E_s — ее подгруппу, состоящую из отображений класса C_∞^∞ (см. (1.2)).

Мы определим гомоморфизм

$$(2.1) \quad \omega_s: F_s \rightarrow Z$$

(Z — группа целых чисел) следующим образом: пусть $f \in F_s$ и g — такой элемент из E_s , что g гомотопен f (см. (1.8)); тогда $\omega(f)$ определим как $\text{Ind } T$, где T — такой сингулярный s -оператор, что $\sigma(T) = g$. Из (1.10) следует, что это определение корректно, а из (1.4) и (1.5), что ω — гомоморфизм.

(2.2). Очевидно, если $f \cong h$, то $\omega(f) = \omega(h)$.

Если $s \geq n$, то, так как $C(n)$ отождествляем с подгруппой $C(s)$, (см. (1.6)), $F_n \subset F_s$. Повторным применением предложения (1.14), основываясь на (1.6), находим, что для любого $f \in F_s$ существует гомотопный ему $g \in F_n$ и любой другой $h \in F_n$, гомотопный f , гомотопен в $C(s)$ с g .

Определим отображение

$$(2.3) \quad \lambda_s: F_s \rightarrow Z$$

следующим образом. Возьмем расслоение $p: C(n) \rightarrow S^{2n-1}$, описанное в (1.6). Для $f \in F_s$ рассмотрим $g \in F_n$, гомотопное f , и положим, что

$$\lambda_s(f) = \text{deg}(pg).$$

В силу вышесказанного, определение корректно.

(2.4) Отображение λ гомоморфно.

Доказательство. Выделим в R некоторую локальную систему координат $x_1, x_2, \dots, x_{2n-1}$ и рассмотрим куб $\tau = \{0 \leq x_i \leq 1\}$, его границу $\Delta\tau$ и часть границы J , состоящую из суммы всех граней, кроме грани $x_{2n-1} = 0$. Дополнение внутренности этого куба в R обозначим через P . Через G обозначим подгруппу группы F_n , состоящую из $f, f \in F_n$, удовлетворяющих условию $f(P) \subset C(n-1)$, $f(J) = e$, где e — единичная матрица. Рассматривая $f, f \in G$, только на τ мы получаем отображение

$$a: G \rightarrow \pi_{2n-1}(C(n), C(n-1), e),$$

которое в силу (1.13) — гомоморфизм. Рассмотрим последовательность

$$G \xrightarrow{a} \pi_{2n-1}(C(n), C(n-1), e) \xrightarrow{b} \pi_{2n-1}(S^{2n-1}) \xrightarrow{c} H_{2n-1}(S^{2n-1}),$$

где b — изоморфизм, порожденный p , а c — изоморфизм Гуревича.

Легко видеть, что для $f \in G$

$$(2.5) \quad \text{deg}(pf) = cba(f).$$

С другой стороны, для любого $f \in F_s$ существует гомотопный ему g из G . Это показывается обычным образом на основе того, что: 1) f гомотопно некоторому g из F_n ; 2) J стягиваемо в точку; 3) каждую гомотопию подкомплекса можно продолжить до гомотопии всего комплекса и 4) $C(n-1)$ линейно связно.

Если для любого $f \in F_s$ рассмотрим гомотопный ему $g \in G$, то

$$\lambda(f) = \text{deg}(pg) = cba(g).$$

Из этого равенства легко следует гомоморфность.

$$(2.6) \quad \text{Если } n = 2, \text{ то из } \lambda_s(f) = 0 \text{ следует } \omega_s(f) = 0.$$

Доказательство. Пусть $f \in F_s$ и $\lambda(f) = \text{deg}(pg) = 0$, $g \in F_n$. Отсюда следует существование такого $h: R \rightarrow C(n)$, гомотопного g , что $h(R) \subset Y(n)$ ($Y(n)$ —слой расслоения; см. (1.6)). Но $C(n-1)$ является деформационным ретрактом слоя, поэтому $h \cong i$, $i: R \rightarrow C(n)$, где $i(R) \subset C(n-1)$. В силу (2.2) имеем $\omega(f) = \omega(i)$. Возьмем j класса C_0^∞ , $j \cong i$, $j(R) \subset C(n-1)$. Можно выбрать такой s -оператор T , что $\sigma(T) = j$ и T имеет вид $T = T_1 \times T_2$, $T_1: L_p^{s-n+1} \rightarrow L_p^{s-n+1}$, $T_2: L_p^{n-1} \rightarrow L_p^{n-1}$, где T_1 —тождественное отображение. Отсюда по (1.5) $\text{Ind } T = \text{Ind } T_1 + \text{Ind } T_2 = \text{Ind } T_2$. Но T_2 — $(n-1)$ -оператор и при $n = 2$ в силу (1.12) его индекс равен нулю, что и доказывает предложение.

Ниже $\lambda_s(\sigma(T))$ будем обозначать через $d(T)$.

Согласно вышесказанному верна

Лемма 1. Для любого 2-мерного замкнутого дифференцируемого многообразия M существует такое число $\gamma(M)$ (не зависящее от s), что для любого эллиптического s -оператора T на M имеет место равенство

$$(2.7) \quad \text{Ind } T = \gamma(M) d(T).$$

При $s \geq 2 d(T)$ принимает любые целые значения.

§ 3. Рассмотрим двумерное многообразие M^2 . Пусть x, y —локальные координаты в некоторой окрестности этого многообразия. Возьмем в этой координатной системе четыре квадрата $A'' \supset A' \supset A \supset B$ с непересекающимися контурами. Обозначим $M^2 \setminus A$ через C .

Так как A —измеримое множество, получаем естественное разложение

$$(3.1) \quad L_p(M) = L_p(C) \times L_p(A).$$

(3.2) В выбранной локальной координатной системе можно найти конечное число действительных функций $\{\varphi_i\}$ класса ∞ относительно этих координат, которые удовлетворяют условиям: 1) носитель $\text{supp } \varphi_i$ каждой функции φ_i содержится в A'' ; 2) для каждой пары (φ_i, φ_j) , такой, что $\text{supp } \varphi_i \cap \text{supp } \varphi_j \neq \emptyset$, объединение

$\sup \varphi_i \cup \sup \varphi_j$ не пересекает одновременно B и $A'' \setminus A$; оно не пересекает одновременно A и $A'' \setminus A'$; 3) сумма $\Sigma \varphi_i$ равна единице на A' ; 4) какое бы ни взяли многообразие N^2 (в частности данное), имеющее x, y в качестве локальных координат, распространим функции φ_i на все многообразие N , доопределяя их нулем; полученную систему обозначим опять через $\{\varphi_i\}$; к этой системе можно добавить конечную систему функций так, что полученная объединенная система $\{u_i\}$ будет разложением 1 на многообразии N , $\Sigma u_i = 1$, и для любой пары (u_i, u_j) , такой, что $\sup u_i \cap \sup u_j \neq \emptyset$, существует локальная система, содержащая $\sup u_i \cup \sup u_j$.

Пусть $\{u_i\}$ —разложение единицы на M^2 вида, указанного выше. Пусть далее T —некоторый сингулярный 1-оператор, такой, что символ $\sigma(T)$ равен единице для любого касательного ковектора в точках из $M \setminus B$. Так как $\Sigma u_i = 1$, то

$$T = \Sigma u_i T u_j.$$

Для каждой пары (u_i, u_j) с пересекающимися носителями выберем определенную локальную систему, содержащую их; для пар, пересекающих B , выберем именно локальную систему x, y , упомянутую выше.

По определению сингулярного оператора [2]

$$u_i T u_j = u_i Q_{ij} u_j + R_{ij}.$$

Здесь Q_{ij} —тождественный оператор $L_p(M) \rightarrow L_p(M)$, если $\sup u_i \cap \sup u_j = \emptyset$ и в противном случае—некоторый евклидовый сингулярный оператор в локальной координатной системе, выбранной для пары (u_i, u_j) , а функции u_i и u_j нужно понимать как функции в этой координатной системе; $R_{ij}: L_p(M) \rightarrow L_p(M)$ —вполне непрерывный оператор.

Так как $\sigma(T) = 1$ для ковекторов, приложенных в точках из $M^2 \setminus B$, то для пар (u_i, u_j) , таких, что $\sup u_i \cup \sup u_j$ пересекает C (следовательно, не пересекает B), в качестве Q_{ij} можно брать также тождественный оператор.

Имеем

$$T = \Sigma u_i Q_{ij} u_j + \Sigma R_{ij} = T' + R.$$

Следовательно, $\sigma(T) = \sigma(T')$.

Рассмотрим слагаемые из T' вида $\varphi_i Q_{ij} \varphi_j$ (см. (3.2)). Сумму всех этих операторов обозначим через \tilde{T} .

Легко доказать, что

(3.3) Для любой функции $f \in L_p(M)$ функции f и $T'(f)$ совпадают на C ; если функция $f \in L_p(M)$ равна нулю на C , то $T'(f) = \tilde{T}(f)$.

Пусть теперь H —такой сингулярный 1-оператор, что $\sigma(H)$ равен нулю на ковекторах касательных в точках из $M \setminus B$. Тогда, делая анало-

гичную конструкцию, можем найти операторы $H', \tilde{H}: L_p(M) \rightarrow L_p(M)$, которые будут удовлетворять условию

(3.4) $\sigma(H') = \sigma(H)$. Для любой функции $f \in L_p(M)$ функция $H'(f)$ равна нулю на C . Если функция $f \in L_p(M)$ равна нулю на C , то $H'(f) = \tilde{H}(f)$.

Рассмотрим сингулярный 2-оператор

$$T: L_p(M) \times L_p(M) \rightarrow L_p(M) \times L_p(M),$$

такой, что символ $\sigma(T)$ на касательных коекторах, приложенных в точках из $M \setminus B$, равен единичной матрице. Компоненты $T_{\alpha\beta}: L_p(M) \rightarrow L_p(M)$ оператора T являются операторами вышерассмотренных типов. Рассмотрим соответствующие $T'_{\alpha\beta}$, $\tilde{T}'_{\alpha\beta}$, а также 2-оператор T' с компонентами $T'_{\alpha\beta}$ и 2-оператор \tilde{T} с компонентами $\tilde{T}'_{\alpha\beta}$. Очевидно, $\text{Ind } T = \text{Ind } T'$. Далее, в силу равенства (3.1) будем иметь

$$L_p(M) \times L_p(M) = [L_p(A) \times L_p(A)] \times [L_p(C) \times L_p(C)].$$

Отображение

$$L_p(M) \times L_p(M) \rightarrow L_p(M) \times L_p(M),$$

порожденное тождественным отображением

$$L_p(C) \times L_p(C) \rightarrow L_p(C) \times L_p(C)$$

и отображением

$$(3.5) \quad q: L_p(A) \times L_p(A) \rightarrow L_p(A) \times L_p(A),$$

определенным матрицей \tilde{T} , в силу (3.3), (3.4) совпадает с T' .

Следовательно, в силу (1.5) $\text{Ind } T' = \text{Ind } q$.

Таким образом, первоначальный оператор заменяется новым оператором (3.5), в определении которого многообразие не фигурирует (A считаем евклидовым квадратом) и который однозначно определяется значением символа $\sigma(T)$, рассмотренного только для точек выбранной локальной системы. С другой стороны, очевидно, $\text{deg } [p\sigma(T)]$ также зависит, только от значения $\sigma(T)$ в точках данной локальной системы координат.

В силу (1.11), (1.7), (1.8) существует сингулярный 2-оператор T рассмотренного здесь типа, для которого $d(T) \neq 0$. Возьмем любое другое многообразие N^2 . Очевидно можно считать, что локальные координаты x, y , выбранные для M , являются локальными координатами и для N . Символ $\sigma(T)$ рассмотрим только на этой локальной системе и потом распространим на все многообразие N , положив в других коекторах равным единичной матрице. Тогда эта функция будет символом некоторого сингулярного 2-оператора на N . Отсюда следует, что верна

Лемма 2. В равенстве леммы 1 коэффициент $\gamma(M)$ не зависит от многообразия.

А. И. Вольпертом в [1] показано, что $\gamma(S^2) = 1$; следовательно, верна

Теорема. Для любого 2-мерного замкнутого дифференцируемого многообразия M и для любого эллиптического сингулярного s -оператора T на M имеет место равенство

$$(3.6) \quad \text{Ind } T = d(T).$$

При $s \geq 2$ $\text{Ind } T$ принимает любые целые значения.

Примечание. Легко видеть, что леммы 1 и 2 верны и для таких многообразий размерности $n > 2$, на которых любые эллиптические $(n-1)$ -операторы имеют индекс нуль (нам известные многообразия с этим свойством — сфера S^3 и S^7).

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

(Поступило в редакцию 24.6.1963)

მათემატიკა

ბ. ბერიკაშვილი

ორბანუომილებიან მრავალსახეობაზე სინგულარულ
ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემების
ინდექსის შესახებ

რეზიუმე

სინგულარულ T ოპერატორისათვის M^2 მრავალსახეობაზე ადგილი აქვს ტოლობას $\text{Ind } T = d(T)$, სადაც $d(T)$ წარმოადგენს $R(M^2)$ სივრცის S^2 სფეროში გარკვეული ასახვის ხარისხს.

დაძველებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. И. Вольперт. Об индексе систем двумерных сингулярных интегральных уравнений. ДАН СССР, 142, № 4, 1962, 776—777.
2. R. T. Seeley. Regularisation of singular integral operators. Amer. J. Math., LXXXIII, № 2, 1961, 265—275.

МАТЕМАТИКА

Ш. С. КЕМХАДЗЕ

О ВНЕШНЕ НИЛЬПОТЕНТНЫХ ГРУППАХ АВТОМОРФИЗМОВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 18.2.1963)

1. В настоящей заметке при помощи *нильрадикала Бэра* [1] изучаются некоторые свойства внешних нильпотентных групп автоморфизмов [2, 3, 4]. В частности, получен следующий результат: *в произвольной группе G множества всех внешних нильпотентных элементов совпадают с нильрадикалом Бэра $N(G)$* . Основным результатом настоящей заметки является

Теорема. Если G — произвольная группа и Φ — ее внешне нильпотентная группа автоморфизмов, то для любого $\sigma \in \Phi$ имеет место $[G, \sigma] \subseteq N(G)$.

Следствия теоремы представляют интерес в связи с задачей построения общих структурных теорий групп автоморфизмов.

2. Напомним некоторые определения (большинство из них взяты из работ [1, 3]).

Пусть G — произвольная группа и Φ — ее группа автоморфизмов.

Образ элемента $g \in G$ при действии автоморфизма $\sigma \in \Phi$ обозначим через σg . Элемент $g^{-1} \cdot \sigma g$ группы G называется *σ -коммутатором* элемента g и обозначается через $[g, \sigma]$. Подгруппа, порожденная всевозможными коммутаторами вида $[g, \sigma]$, где $g \in G$, $\sigma \in \Phi$ называется *взаимным коммутантом* G и Φ и обозначается через $[G, \Phi]$. Легко проверить [5], что подгруппа $[G, \Phi]$ является Φ -допустимой инвариантной подгруппой группы G .

Группа Φ называется *внешне нильпотентной* относительно G , если в G имеется конечный нормальный ряд

$$E = G_0 \subset G_1 \subset G_2 \subset \dots \subset G_l \subset \dots \subset G_{n-1} \subset G_n = G, \quad (1)$$

каждая подгруппа G_i которого допустима относительно Φ и для каждого i имеет место $[G_{i+1}, \sigma] \subseteq G_i$, где $\sigma \in \Phi$.

Такой нормальный ряд группы G называется *нильпотентным относительно Φ* .

Согласно работе [4], элемент g любой группы G назовем *внешне нильпотентным*, если внутренний автоморфизм $g^{\wedge} x = g^{-1} x g$ является внешне нильпотентным относительно группы G . Аналогично определяется *внешне нильпотентное множество*.

Индуктивным образом определим

$$G_0(\Phi) = G, \quad G_1(\Phi) = [G, \Phi], \dots, \quad G_n(\Phi) = [G_{n-1}(\Phi), \Phi], \dots \quad (2)$$

Легко заметить, что полученный убывающий ряд подгрупп *нормален* и что Φ тогда и только тогда является внешне нильпотентным, когда этот ряд через конечное число шагов доходит до единицы группы G .

Для элемента $g \in G$ индуктивным образом определим

$$g_0 = g, \quad g_1 = [g, \sigma], \dots, \quad g_n = [g_{n-1}, \sigma], \dots$$

Автоморфизм σ называется *нильавтоморфизмом*, если для любого $g \in G$ найдется такой $n = n(g, \sigma)$, что $g_{n+1} = 1$, т. е. $[g_n, \sigma] = 1$. Легко получается, что *если Φ внешне нильпотентна, то все элементы из Φ являются нильавтоморфизмами.*

Подгруппа H группы G называется *достижимой*, если она содержится в каком-либо конечном нормальном ряде этой группы ([6], стр. 102).

Известно [1, 7], что подгруппа A любой группы G , порожденная всеми нормальными нильподгруппами группы G , является *нормальной нильподгруппой* группы G .

Эта максимальная характеристическая нильподгруппа группы G называется *нильрадикалом Бэра* и обозначается через $N(G)$ [1].

В дальнейшем будем использовать следующие свойства нильрадикала Бэра. Пусть G — любая группа и A — ее некоторое конечное подмножество. Тогда, если $A \subset N(G)$, то подгруппа $\langle A \rangle$ будет нильпотентной и достижимой в G и обратно, если подгруппа $\langle A \rangle$ нильпотентна и достижима в G , то $\langle A \rangle \subset N(G)$ [7].

Лемма 1. Пусть G — произвольная группа и $g \in G$. Элемент g тогда и только тогда принадлежит нильрадикалу Бэра $N(G)$, когда он является внешне нильпотентным относительно G .

Доказательство. Пусть $g \in N(G)$. Согласно вышеуказанному свойству нильрадикала Бэра циклическая подгруппа $\langle g \rangle$ достижима в G , т. е. в группе G имеется конечный нормальный ряд, первым членом которого является циклическая подгруппа $\langle g \rangle$:

$$\langle g \rangle = G_1 \subset G_2 \subset \dots \subset G_i \subset \dots \subset G_n = G. \quad (3)$$

Легко проверить, что g — внешне нильпотентный элемент относительно G . В самом деле $g \overset{\Delta}{G_i} = g^{-1} G_i g = G_i$ и для любых $g_{i+1} \in G_{i+1}$, $g \overset{\Delta}{g} \in \Phi$.

Так как элемент $g \in G_i$, $i = 1, 2, \dots, n$, имеем

$$[g_{i+1}, g \overset{\Delta}{g}] = g_{i+1}^{-1} \cdot g \overset{\Delta}{g} g_{i+1} = g_{i+1}^{-1} g^{-1} g_{i+1} g \in G_i.$$

Обратно, пусть g — внешне нильпотентный элемент относительно группы G . Это значит, что внутренний автоморфизм $g \overset{\Delta}{x} = g^{-1} x g$ внешне нильпотентен относительно группы G . Тогда по условию группа G

обладает конечным нормальным рядом (1), все G_i подгруппы которого \wedge g -допустимы, т. е. $\wedge g G_i = g^{-1} G_i g = G_i$ и для каждого i : $[G_{i+1}, \wedge g] \leq G_i$.

Отсюда следует, что циклическая подгруппа лежит в нормализаторе каждого члена G_i нормального ряда (1). Теперь, все члены этого ряда помножим на циклическую подгруппу $\{g\}$. Получим нормальный ряд, первым членом которого является циклическая подгруппа $\{g\}$:

$$\{g\} \subset \{g, G_1\} \subset \dots \subset \{g, G_i\} \subset \dots \subset G_n = G. \quad (4)$$

Следовательно, циклическая подгруппа $\{g\}$ достижима в G . Согласно вышесказанному свойству нильрадикала Бэра получим

$$\{g\} \subset N(G), \text{ т. е. } g \in N(G),$$

что и требовалось доказать.

Следуя работе [4], докажем следующий факт.

Лемма 2. Пусть G — произвольная группа, Φ — ее группа автоморфизмов и пусть каждый автоморфизм множества $M = (\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n)$ внешне нильпотентен относительно G . Тогда подгруппа $\{M\}$ нормальна в Φ .

Доказательство. По условию группа G обладает конечным нормальным рядом (1), где подгруппы G_i допустимы относительно подмножества M и для любого $\sigma \in \{M\}$ имеет место $[G_{i+1}, \sigma] \leq G_i$. Возьмем любой $\varphi \in \Phi$ и каждый член ряда (1) помножим на φ^{-1} . Получим новый конечный нормальный ряд группы G :

$$E = G_0 \subset \varphi^{-1} G_1 \subset G_2 \subset \dots \subset \varphi^{-1} G_i \subset \dots \subset G_n = G. \quad (5)$$

Нужно показать, что этот ряд является $\varphi^{-1}\{M\}\varphi$ -внешне нильпотентным. Для этого достаточно заметить, что ряд (4) $\varphi^{-1}\sigma\varphi$ -внешне нильпотентен ($\sigma \in \{M\}, \varphi \in \Phi$). Очевидно, что каждый член ряда (5) допустим относительно $\varphi^{-1}\{M\}\varphi$. Пусть g — любой элемент группы G . Тогда существует такой номер i , что элемент $g \in \varphi^{-1} G_{i+1}$ и не лежит в $\varphi^{-1} G_i$. Элемент g можно представить следующим образом: $g = \varphi^{-1} g_1$, где $g_1 \in G_{i+1}$. Так как $[g, \sigma] = h_1 \in G_i$, то $\sigma g_1 = g_1 h_1$.

Очевидно, $\varphi^{-1} h_1 = h \in \varphi^{-1} G_i$. Поэтому

$$\varphi^{-1} \sigma \varphi g = \varphi^{-1} \sigma \varphi \varphi^{-1} g_1 = \varphi^{-1} \sigma g_1 = \varphi^{-1} (g_1 h_1) = (\varphi^{-1} g_1) (\varphi^{-1} h_1) = g h.$$

Отсюда следует, что $[g, \varphi^{-1} \sigma \varphi] = h \in \varphi^{-1} G_i$. Лемма доказана.

3. Теорема 1. В произвольной группе G нильрадикал Бэра совпадает со множеством всех внешне нильпотентных элементов группы G .

Доказательство. Множество всех внешне нильпотентных элементов группы G обозначим через A . Согласно лемме 1 всякий элемент $a \in A$ порождает достижимую циклическую подгруппу в G . Поэтому $a \in N(G)$, т. е. $A \subseteq N(G)$. Обратно, пусть $g \in N(G)$. Тогда согласно лемме 1 элемент g — внешне нильпотентен относительно группы G . Поэтому

$g \in A$, т. е. $N(G) \subseteq A$. Сопоставляя оба включения, получим $A = N(G)$, что и требовалось доказать.

Следствие 1. Любая группа G тогда и только тогда будет ниль-группой Бэра, когда все ее элементы внешне нильпотентны. Это очевидно, так как в этом случае $A = G$ и поэтому $N(G) = G$.

Следствие 2. Любая группа G с конечным числом образующих тогда и только тогда будет нильпотентной, когда все ее элементы внешне нильпотентны. Это непосредственно вытекает из следствия 1, поскольку всякая нильгруппа Бэра локально нильпотентна.

Отметим следующий факт.

Теорема 2. Конечная группа G тогда и только тогда будет нильпотентной, когда всякий ее элемент внешне нильпотентен.

Действительно, эта теорема непосредственно вытекает из следствия 2, так как всякая конечная группа имеет конечное число образующих.

Теорема 3. Пусть G — произвольная группа и σ — ее внешне нильпотентный автоморфизм. Тогда $[G, \sigma] \subseteq N(G)$.

Доказательство. Как известно ([6], стр. 81–82), голоморф Γ группы G можно представить как произведение группы G и группы автоморфизмов Φ группы G , т. е. $\Gamma = G \cdot \Phi$.

Из определения голоморфа следует, что группа G содержится в своем голоморфе в качестве нормального делителя. Легко проверяется также, что все автоморфизмы группы G являются следствиями внутренних автоморфизмов голоморфа Γ группы G .

Теперь обозначим через $\bar{G} = [G, \bar{\sigma}]$ подгруппу в голоморфе группы G , порожденную группой G и элементом $\bar{\sigma}$, соответствующим внешнему нильпотентному автоморфизму σ .

Легко заметить, что для любого $g \in G$ имеет место

$$[g, \bar{\sigma}] = [g, \sigma]. \quad (5)$$

В самом деле, по определению голоморфа для любого $g \in G$

$$\sigma g = \bar{\sigma}^{-1} g \bar{\sigma}, \quad g^{-1} \cdot \sigma g = g^{-1} \bar{\sigma}^{-1} g \bar{\sigma}, \quad \text{т. е. } [g, \sigma] = [g, \bar{\sigma}].$$

Далее, так как σ внешне нильпотентно относительно G , то группа G обладает конечным нормальным рядом (1), все члены G_i которого допустимы относительно σ , и для каждого i имеет место $[G_{i+1}, \sigma] \subseteq G_i$. Из этого следует, что $\sigma G_i = \bar{\sigma}^{-1} G_i \bar{\sigma} = G_i$, т. е. циклическая подгруппа $[\bar{\sigma}]$ лежит в нормализаторе каждой подгруппы G_i в \bar{G} , т. е. $\bar{\sigma} \in N_{\bar{G}}(G_i)$.

Помножим все члены нормального ряда (1) на циклическую подгруппу $[\bar{\sigma}]$. Получим новый конечный возрастающий нормальный ряд группы \bar{G} , первым членом которого является циклическая подгруппа $[\bar{\sigma}]$:

$$[\bar{\sigma}] \subseteq [\bar{\sigma}, G_1] \subseteq \dots \subseteq [\bar{\sigma}, G_i] \subseteq \dots \subseteq [\bar{\sigma}, G_n] = [\bar{\sigma}, G] = \bar{G}. \quad (6)$$

Следовательно, циклическая подгруппа $\{\bar{\sigma}\}$ достижима в \bar{G} . Отсюда, согласно свойству нильрадикала получим $\bar{\sigma} \in N(\bar{G})$.

Теперь, поскольку нильрадикал $N(\bar{G})$ группы \bar{G} нормален в \bar{G} , из равенства (5) получим, что $[g, \sigma] \in G \cap N(\bar{G}) = N(G)$, что и требовалось доказать.

Следствие 1. Если группа автоморфизмов Φ произвольной группы G внешне нильпотентна, то $[G, \Phi] \subseteq N(G)$.

Следствие 2. Пусть G — M -группа, Φ —ее внешне нильпотентная группа автоморфизмов. Тогда $[G, \Phi]$ является нильпотентной группой [4].

Следствие 3. Пусть G — M -группа, Φ —ее внешне нильпотентная группа автоморфизмов. Тогда группа Φ нильпотентна [5, 8].

При помощи леммы 2 можно доказать некоторые свойства внешне нильпотентных групп автоморфизмов.

Теорема 4. Пусть G —произвольная группа, Φ —ее группа автоморфизмов. Тогда множество всех внешне нильпотентных автоморфизмов относительно G является нормальным делителем в Φ .

Считаю своим долгом выразить благодарность Б. И. Плоткину за внимание при выполнении настоящей работы.

Батумский государственный педагогический
институт
им. Руスタвели

(Поступило в редакцию 18.2.1963)

მათემატიკა

ზ. ჰეხნაძე

ბარბ ნილპოტენტურ ავტომორფიზმთა ჯგუფის შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

შრონაში ბერის ნილრადიკალის დახმარებით შესწავლილია გარე ნილპოტენტურ ავტომორფიზმთა ჯგუფის ზოგიერთი თვისება. დამტკიცებულია ორი ლემა და ოთხი თეორემა. ძირითადი შედეგი ასეთია (თეორემა 3): ეთქვას, G ნებისმიერი ჯგუფია და Φ მისი გარე ავტომორფიზმთა ჯგუფი; მაშინ $[G, \Phi] \subseteq N(G)$.

დასრულებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ш. С. Кемхадзе. Обобщенно факторизуемые группы. V Всесоюзный коллоквиум по общей алгебре (резюме сообщений и докладов). Новосибирск, 1963.
2. В. Г. Вилияер. О некоторых свойствах групп автоморфизмов. Уч. зап. Ур. ГУ, в. 23 № 2, 1959, 3—11.
3. Б. И. Плоткин. Локально стабильные группы автоморфизмов. СМЖ, т. 11, № 1, 1961, 100—114.
4. Б. И. Плоткин. Об одном радикале группы автоморфизмов группы с условием максимальности. ДАН СССР, т. 130, № 5, 1960, 577—580.

5. L. Kalužnin. Über gewisse Beziehungen zwischen einer Gruppe und ihren Automorphismen, Bericht. Math. Tagung. Berlin, 1953, 164—172.
6. А. Г. Курош. Теория групп. М., 1953.
7. Ш. С. Кемхадзе. К определению нильгрупп Бэра. Сообщения АН ГССР, т. XXXIII:2, 1964.
8. В. Г. Виляцер. Стабильные группы автоморфизмов. ДАН СССР, т. 131, № 4, 1960, 728—730.



МАТЕМАТИКА

З. А. ЧАНТУРИЯ

О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ БИОРТОГОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ
 В ПРОСТРАНСТВЕ БАНАХА И ИХ ПРИМЕНЕНИЯХ
 В СПЕКТРАЛЬНОЙ ТЕОРИИ

(Представлено академиком В. Д. Купралдзе 24.6.1963)

В статье рассматриваются некоторые свойства биортогональных систем, в том числе базисов, в банаховом пространстве. Полученные нами результаты представляют собой обобщения некоторых теорем Н. К. Барн. В статье говорится также о применении этих результатов и спектральной теории операторов.

1. Пусть B — бесконечномерное банахово пространство с нормированным базисом $e_1, e_2, \dots, e_n, \dots$. Как известно, каждый элемент $x \in B$ можно представить единственным образом:

$$x = \sum_{n=1}^{\infty} (x, g_n) \bar{e}_n,$$

где $\{g_n\}$ есть биортогональная к $\{e_n\}$ последовательность функционалов, а

$$(e_n, g_k) = \delta_{nk}, \quad \delta_{nk} = \begin{cases} 1, & n = k, \\ 0, & n \neq k. \end{cases}$$

Рассмотрим множество всех таких последовательностей $c = (c_1, c_2, \dots)$,

для которых ряд $\sum_{n=1}^{\infty} c_n e_n$ сходится. В этом линейном множестве определим норму:

$$\|c\| = \sup_n \left\| \sum_{i=1}^n c_i e_i \right\|_B. \tag{1}$$

Тогда рассматриваемое множество обращается в банахово пространство [2]. Обозначим его через Φ .

Можно показать, что Φ — пространство с базисом, что существует взаимно-однозначное соответствие между B и Φ , и если $c = (c_1, c_2, \dots)$ — последовательность коэффициентов Фурье относительно базиса $\{e_n\}$ элемента $x \in B$, то имеем неравенства

$$\|x\|_B \leq \|c\|_{\Phi} \leq M \|x\|_B,$$

где M — некоторая постоянная.

Пусть теперь B — рефлексивное пространство. Тогда, как известно, биортогональная к $\{e_n\}$ последовательность функционалов $\{g_n\}$ есть базис пространства B^* . Поэтому множество последовательностей коэффициен-

тов Фурье относительно базиса $\{g_n\}$ элементов пространства B^* с нормой, аналогичной (1), образует банахово пространство. Обозначим его через Φ^* .

Можно показать, что пространства Φ и Φ^* взаимно сопряжены.

Теперь фиксируем биортогональную систему $\{e_n, g_n\}$, где $\{e_n\}$ —базис пространства B , а $\{g_n\}$ —базис пространства B^* .

Пусть $\{a_i, b_j\}$ —двжды полная биортогональная система, $a_i \in B (i=1, 2, \dots)$, $b_j \in B^* (j=1, 2, \dots)$, $(a_i, b_j) = \delta_{ij}$. Введем

Определение 1. B -систему $\{a_n\}$ назовем Φ -бесселевой, если для любого элемента $x \in B$ последовательность коэффициентов его биортогонального разложения по $\{a_n\}$ принадлежит пространству Φ , т. е. если $x \in B$, то $c = ((x, b_1), (x, b_2), \dots) \in \Phi$.

Аналогично тому, как доказывается теорема 1 статьи [1], можно доказать следующую теорему.

Теорема 1. Для того чтобы B -система $\{a_n\}$ была Φ -бесселевой, необходимо и достаточно, чтобы существовал такой ограниченный линейный оператор A , определенный всюду в B , что

$$Aa_n = e_n, \quad n = 1, 2, \dots$$

При этом имеет место неравенство

$$\|c\|_{\Phi} \leq M \|x\|_B,$$

где $c = ((x, b_1), (x, b_2), \dots)$, а M —некоторая положительная постоянная.

Определение 2. B -систему $\{a_n\}$ назовем Φ -гильбертовой, если для любой последовательности чисел $c = (c_1, c_2, \dots) \in \Phi$ существует только один элемент $x \in B$, для которого эта последовательность является последовательностью коэффициентов его биортогонального разложения по $\{a_n\}$:

$$c_n = (x, b_n), \quad n = 1, 2, \dots$$

Теорема 2. Для того чтобы $\{a_n\}$ была Φ -гильбертовой системой, необходимо и достаточно существование такого линейного ограниченного оператора C , определенного всюду в B , что

$$a_n = Ce_n, \quad n = 1, 2, \dots$$

При этом имеет место неравенство

$$\|c\|_{\Phi} > \rho \|x\|_B,$$

где $c = ((x, b_1), (x, b_2), \dots)$, а ρ —некоторая положительная постоянная.

Можно показать, что если одна из сопряженных систем Φ -бесселева, то другая Φ^* -гильбертова.

Пусть в пространстве B дан линейный ограниченный оператор A , определенный во всем пространстве и преобразующий B -пространство в себя. Тогда, как известно, оператор A однозначно определяется матрицей $\|a_{ik}\|$:

$$Ac_i = \sum_{k=1}^{\infty} a_{ik} e_k, \quad i = 1, 2, \dots$$

В таком случае мы скажем, что матрица $\|a_{jk}\|$ представляет оператор A на базисе $\{e_n\}$. На базисе $\{g_k\}$ оператор A^* , сопряженный с A и преобразующий B^* в себя, можно представить матрицей, транспонированной с матрицей $\|a_{jk}\|$.

Мы скажем, что матрица $\|a_{jk}\|$ ограничена в смысле $\Phi\Phi^*$, если для любого $c=(c_1, c_2, \dots) \in \Phi$, любого $d=(d_1, d_2, \dots) \in \Phi^*$ и любых натуральных m и n

$$\left| \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^n a_{ik} c_k d_i \right| \leq M \|c\|_{\Phi} \cdot \|d\|_{\Phi^*},$$

где M —некоторая положительная постоянная.

Для того чтобы линейный оператор A был ограниченным, необходимо и достаточно, чтобы матрица, представляющая его на базисе $\{e_n\}$, была ограниченной в смысле $\Phi\Phi^*$. Теперь в силу теорем 1 и 2 мы можем сформулировать следующую теорему.

Теорема 3. Для того чтобы система $\{a_n\}$ была Φ -бесселевой, необходимо и достаточно, чтобы матрица из коэффициентов разложения $\{b_n\}$ по базису $\{g_n\}$ была ограниченной в смысле $\Phi\Phi^$. А для того чтобы система $\{a_n\}$ была Φ -гильбертовой, необходимо и достаточно, чтобы матрица из коэффициентов разложения $\{a_n\}$ по базису $\{e_n\}$ была ограниченной в смысле $\Phi\Phi^*$.*

9398

2. Поставим вопрос: каким должен быть оператор C , действующий из пространства B в пространстве B^* , чтобы он преобразовывал базис $\{e_n\}$ в сопряженный базис $\{g_n\}$.

Чтобы ответить на этот вопрос, введем определение.

Пусть имеется некоторое множество R числовых последовательностей $(\lambda_1, \lambda_2, \dots)$ и пусть $\{\psi_i\}$ —некоторая система в B .

Определение 3. Если для любой последовательности $(\lambda_1, \lambda_2, \dots) \in R$ последовательность

$$\{x_n\} = \left\{ \sum_{i=1}^n \lambda_i \psi_i \right\}, \quad n = 1, 2, \dots$$

преобразуется оператором C в сходящуюся по норме последовательность, то оператор C называется оператором типа R относительно системы $\{\psi_i\}$. Например, линейный ограниченный оператор есть оператор типа Φ относительно базиса $\{e_n\}$.

Пусть $\{e_n, g_k\}$ —двжды полная биортогональная система, а G —множество последовательностей коэффициентов биортогонального разложения по системе $\{g_k\}$ элементов пространства B^* .

Теорема 4. Для того чтобы система $\{e_n\}$ была базисом пространства B , необходимо и достаточно существование линейного самосопряженного обратимого C -оператора типа G относительно $\{e_n\}$, такого, что

$$C e_n = g_n, \quad n = 1, 2, \dots$$



Доказательство необходимости. Пусть $\{e_n\}$ — базис. Рассмотрим оператор C , определенный следующим образом:

$$C e_n = g_n, \quad n = 1, 2, \dots$$

Легко видеть, что этот оператор линейен, самосопряжен, определен на всюду плотном в B множестве, т. е. $\overline{D(C)} = B$, и область значений этого оператора всюду плотна в B^* , т. е. $\overline{\Delta(C)} = B^*$.

Так как $\{g_n\}$ — базис пространства B^* , то оператор C взаимно-однозначно преобразует $D(C) \in B$ в $\Delta(C) \in B^*$ и поэтому существует обратный оператор, определенный на $\Delta(C)$ следующим образом:

$$C^{-1} g_n = e_n, \quad n = 1, 2, \dots$$

Покажем, что C — оператор типа G относительно $\{e_n\}$.

Пусть $d = (d_1, d_2, \dots) \in G$. Возьмем последовательность в B :

$$\{x_n\} = \left\{ \sum_{k=1}^n d_k e_k \right\}, \quad n = 1, 2, \dots$$

Имеем

$$C x_n = \sum_{k=1}^n d_k C e_k = \sum_{k=1}^n d_k g_k, \quad n = 1, 2, \dots$$

Так как $\{g_n\}$ — базис пространства B^* и $(d_1, d_2, \dots) \in G$, то $C x_n$ сходится по норме в пространстве B^* .

Доказательство достаточности. Пусть $\{e_n, g_k\}$ — дважды полная биортогональная система и пусть существует линейный самосопряженный обратимый оператор C типа G относительно $\{e_n\}$, такой, что

$$C e_n = g_n, \quad n = 1, 2, \dots$$

Покажем, что $\{e_n\}$ — базис пространства B . Возьмем $(d_1, d_2, \dots) \in G$. По определению G , найдется такой элемент $y \in B$, что $d_n = (y, e_n)$.

Так как

$$C x_n = \sum_{k=1}^n d_k g_k, \quad n = 1, 2, \dots$$

и C — оператор типа G относительно $\{e_n\}$, то $C x_n$ сходится по норме

$$\lim_{n \rightarrow \infty} C x_n = y_0.$$

Легко доказать, что $y_0 = y$.

Так как G есть множество последовательностей коэффициентов биортогонального разложения по $\{g_n\}$ элементов пространства B^* , то каждый элемент $y \in B^*$ можно представить как

$$y = \sum_{i=1}^{\infty} (y, e_i) g_i,$$

причем такое разложение единственно. Поэтому $\{g_n\}$ есть базис пространства B^* и, значит, $\{e_n\}$ — базис пространства B . Теорема доказана.

Определение 4. B -систему $\{a_n\}$ мы назовем Φ -риссовой, если она одновременно Φ -бесселева и Φ -гильбертова.

Эти системы имеют следующие свойства:

1) Если из двух сопряженных B -систем одна является Φ -риссовой системой, то и другая является Φ^* -риссовой.

2) Для того чтобы система $\{a_n\}$ была Φ -риссовой, необходимо и достаточно, чтобы существовал такой линейный ограниченный обратимый оператор D , что

$$Da_n = e_n, \quad n = 1, 2, \dots$$

3) Если $\{a_n\}$ -система является Φ -риссовой и $x \in B, y \in B^*$, то существуют четыре положительные константы M, m, L, l , такие, что

$$m \|x\|_B \leq \|c\|_{\Phi} \leq M \|x\|_B,$$

где $c = (c_1, c_2, \dots), c_n = (x, b_n)$ и

$$l \|y\|_{B^*} \leq \|d\|_{\Phi^*} \leq L \|y\|_{B^*},$$

где $d = (d_1, d_2, \dots), d_n = (y, a_n)$.

4) Φ -риссовая система является базисом.

Определение 5. Систему $\{\varphi_n\}$ назовем Φ -близкой к системе $\{\psi_n\}$, если последовательность чисел $\{\rho_n = \|\varphi_n - \psi_n\|_B\} \in \Phi$.

Теорема 5. *Всякая система, Φ^* -близкая к Φ -риссовой системе, есть Φ -риссовая система.*

Эта теорема тесно связана с задачей Н. К. Бари, поставленной ею в статье [1] на стр. 83.

3. Теперь применим доказанные теоремы к спектральной теории операторов в пространстве Гильберта H .

Известно, что если линейный вполне непрерывный оператор A симметризуем линейным (вообще говоря, неограниченным) обратимым положительным оператором C , т. е.

$$CA = C^*A,$$

то

- 1) существует по крайней мере одно собственное значение;
- 2) все собственные значения вещественны, а собственные элементы e_i и e_k , соответствующие различным собственным значениям, удовлетворяют условию $(Ce_i, e_k) = 0$;
- 3) для любого элемента $x \in H$ ряд

$$\sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k(x, g_k) e_k, \tag{2}$$

где $\{\lambda_k\}$ — множество собственных значений оператора A , $a\{g_k\}$ — множество собственных элементов оператора A^* , слабо сходится к Ax ; этот ряд сходится по норме, если C — ограниченный в H оператор [4].

С помощью доказанных в предыдущих пунктах теорем можно доказать следующее утверждение.

Теорема 6. Если линейный вполне непрерывный оператор A симметризуем линейным (вообще говоря, неограниченным) самосопряженным положительным обратимым оператором C , т. е. $CA = A^*C$, то справедливы утверждения 1) и 2), и если, кроме того, C — оператор типа G относительно $\{e_n\}$, то справедливо и утверждение 3) в смысле сходимости по норме. Обратно, если линейный вполне непрерывный оператор имеет собственными элементами базис $\{e_n\}$ пространства H , т. е.

$$Ac_k = \lambda_k e_k \quad k = 1, 2, \dots,$$

где λ_k — действительные числа, то оператор A симметризуем линейным самосопряженным положительным обратимым оператором C типа G относительно $\{e_n\}$.

Тбилисский государственный
университет

(Поступило в редакцию 24.6.1963)

მათემატიკა

წ. ზანტაძის

ბანახის სივრცეში ბიორთოგონალური სისტემების ზოგიერთი
თვისება და მისი გამოყენება სპექტრალურ თეორიაში

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია ბანახის სივრცეში ბიორთოგონალური სისტემების, მათ შორის ბაზისების, ზოგიერთი თვისება. მიღებული შედეგები წარმოადგენენ ნ. ბარის ზოგიერთი თეორემის განზოგადებას.

შემოყვანილია Φ ბესელის, Φ -ჰილბერტისა და Φ -რისის სისტემათა ცნება. დადგენილია აუცილებელი და საკმარისი პირობები იმისა, რომ B -სისტემა იყოს Φ -ბესელის, Φ -ჰილბერტის და Φ -რისის სისტემა.

დამტკიცებულია თეორემა იმის შესახებ, თუ რა პირობებს უნდა აკმაყოფილებდეს C ოპერატორი, რომ იგი ბანახის რეფლექსური სივრცის ბაზისის გადასახადებს თავისი შეუღლებული სივრცის ბაზისში.

ბოლოს, მოცემულია მიღებული შედეგების ზოგიერთი გამოყენება წრფივი ოპერატორების სპექტრალურ თეორიაში.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. К. Барн. Биортогональные системы и базисы в гильбертовом пространстве. Уч. зап. МГУ, сер. матем. 4, в. 148, 1951.
2. Л. Люстерник и В. Соболев. Элементы функционального анализа. М., 1951.
3. С. Качмаж и Г. Штейнгауз. Теория ортогональных рядов. М., 1953.
4. Д. Ф. Харазов. О некоторых свойствах линейных операторов, обеспечивающих справедливость теории Гильберта—Шмидта. УМН, XII, в. 4 (76). 1957.



МАТЕМАТИКА

О. П. ДЗАГНИДЗЕ

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИЗМЕРИМЫХ ФУНКЦИЙ
 ДВУХ ПЕРЕМЕННЫХ ДВОЙНЫМИ РЯДАМИ

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 4.10.1963)

В работах [1, 2, 3, 4] рассматриваются вопросы о представлении функции одной переменной рядом по той или иной системе функций $\varphi_1(x)$, $\varphi_2(x)$, ..., $\varphi_n(x)$, ...

В настоящей статье приводятся некоторые результаты о представлении функции двух переменных двойным рядом. Рассматривается также вопрос о сходимости двойного ряда Фурье—Лебега по системе Хаара. Доказывается существование базиса в пространстве Орнича для функций двух переменных.

1°. Пусть $\Phi(u)$ и $\Psi(v)$ — дополняющие друг к другу функции в смысле Юнга [5], удовлетворяющие условиям $\Phi(2u) \leq K \cdot \Phi(u)$ при $u > 0$ и $\Psi(2v) \leq K \cdot \Psi(v)$ при $v > 0$, где K — некоторая положительная постоянная.

Обозначим через $L_\Phi(R)$, $R = [0, 1; 0, 1]$, множество всех вещественных измеримых функций $f(x, y)$, для которых

$$\iint_R \Phi(|f(x, y)|) dx dy < +\infty.$$

Норму элемента $f(x, y) \in L_\Phi(R)$ определим равенством

$$\|f\|_\Phi^R = \sup_g \left| \iint_R f(x, y) g(x, y) dx dy \right|, \quad (1.1)$$

где верхняя грань берется относительно тех $g(x, y)$, для которых

$$\iint_R \Psi(|g(x, y)|) dx dy \leq 1.$$

Множество $L_\Phi(R)$, где норма элемента $f \in L_\Phi(R)$ определена равенством (1.1), будем называть пространством Орнича.

Определение 1. Систему функций $\{\varphi_{m,n}(x, y)\}$, принадлежащих пространству $L_\Phi(R)$, назовем базисом пространства $L_\Phi(R)$, если для любой функции $f(x, y) \in L_\Phi(R)$ существует единственная двойная последовательность $\{a_{m,n}\}$ действительных чисел, такая, что двойной ряд

$$\sum_{m, n=1}^{\infty} a_{m,n} \varphi_{m,n}(x, y)$$

сходится к $f(x, y)$ в метрике $L_{\Phi}(R)$, т. е.

$$\lim_{\substack{m \rightarrow \infty \\ n \rightarrow \infty}} \left\| f(x, y) - \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^n a_{i,k} \varphi_{i,k}(x, y) \right\|_{\Phi}^R = 0.$$

Определение 2. Последовательность функций $\{\varphi_{m,n}(x, y)\}$, принадлежащих $L_{\Phi}(R)$, назовем нормированным базисом типа T в $L_{\Phi}(R)$, если выполнены условия

- 1) $\|\varphi_{m,n}(x, y)\| = 1, (m, n=1, 2, \dots)$,
- 2) для любой функции $f(x, y) \in L_{\Phi}(R)$ существует единственная двойная последовательность $\{a_{m,n}\}$ действительных чисел, такая, что

а) ряд $\sum_{m, n=1}^{\infty} a_{m,n} \varphi_{m,n}(x, y)$ сходится к $f(x, y)$ в метрике $L_{\Phi}(R)$,

в) $\lim_{m, n \rightarrow \infty} a_{m,n} = 0$,

с) $\sup_{m, n} \left\| \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^n a_{i,k} \varphi_{i,k}(x, y) \right\|_{\Phi}^R < +\infty$.

Замечание 1. Всякая полная в $L_2(R)$ ортонормированная система $\{\varphi_{m,n}(x, y)\}$ образует нормированный базис типа T .

Определение 3. Следуя Д. Е. Меньшову [2], говорим, что двойная последовательность $\{f_{m,n}(x, y)\}$ почти везде конечных измеримых функций сходится по мере на R к измеримой функции $f(x, y)$, которая может равняться $+\infty$ или $-\infty$ на множестве положительной меры, если существуют две последовательности $\{g_{m,n}(x, y)\}$ и $\{\alpha_{m,n}(x, y)\}$ почти везде конечных измеримых функций, обладающих свойствами:

а) почти всюду на R выполняется равенство

$$f_{m,n}(x, y) = g_{m,n}(x, y) + \alpha_{m,n}(x, y) \quad (m, n=1, 2, \dots),$$

б) $\lim_{\substack{m \rightarrow \infty \\ n \rightarrow \infty}} g_{m,n}(x, y) = f(x, y)$ почти везде на R ,

в) для любого $\delta > 0$ справедливо равенство

$$\lim_{\substack{m \rightarrow \infty \\ n \rightarrow \infty}} \text{mes } E \left[|\alpha_{m,n}(x, y)| > \delta; (x, y) \in R \right] = 0.$$

Определение 4. Если в определении 3 условие в) заменить условием

$$\lim_{\substack{m, n \rightarrow \infty \\ |m-n| \leq d}} \text{mes } E \left[|\varphi_{m,n}(x, y)| \geq \delta; (x, y) \in R \right] = 0,$$

где $0 < d < +\infty$, то полученную сходимость назовем d -сходимостью по мере на R .

Следует А. А. Талалаяну [6], введем

Определение 5. Скажем, что последовательность $\{f_{m,n}(x, y)\}$ почти везде конечных измеримых функций сходится по норме L_Φ в обобщенном смысле на R к почти везде конечной измеримой функции $f(x, y)$, если для любого $\varepsilon > 0$ существует измеримое множество $E \subset R$, такое, что $\text{mes } E > \text{mes } R - \varepsilon$ и

$$\lim_{\substack{m \rightarrow \infty \\ n \rightarrow \infty}} \|f_{m,n}(x, y) - f(x, y)\|_\Phi^E = 0. \tag{1.2}$$

Определение 6. Если в определении 5 равенство (1.2) заменить равенством

$$\lim_{\substack{m, n \rightarrow \infty \\ |m-n| \leq d}} \|f_{m,n}(x, y) - f(x, y)\|_\Phi^E = 0,$$

где $0 < d < +\infty$, то полученную сходимость назовем d -сходимостью по норме L_Φ в обобщенном смысле на R .

Лемма 1. Если $\{\varphi_{m,n}(x, y)\}$ есть нормированный базис типа T в $L_\Phi(R)$ и $f(x, y) \in L_\Phi(R)$, причем $f=0$ вне некоторого множества E_0 , $E_0 \subset R$, то для любого $\varepsilon > 0$ можно определить функцию $F(x, y) \in L_\Phi(R)$ и множество $e_0 \subset E_0$, обладающие следующими свойствами:

- а) $F(x, y) = f(x, y)$ при $(x, y) \notin e_0$, $\text{mes } e_0 = \varepsilon$;
- б) $|a_{m,n}| < \varepsilon$ ($m, n = 1, 2, \dots$), где $a_{m,n}$ — коэффициенты разложения функции $F(x, y)$ по системе $\{\varphi_{m,n}(x, y)\}$;
- в) для любого измеримого множества $e \subset R - e_0$

$$\|S_{m,n}(x, y)\|_\Phi^e < \varepsilon + C \cdot \|f(x, y)\|_\Phi^e \quad (m, n = 1, 2, \dots),$$

где

$$S_{m,n}(x, y) = \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^n a_{i,k} \varphi_{i,k}(x, y)$$

есть частная сумма разложения функции $F(x, y)$ по системе $\{\varphi_{m,n}(x, y)\}$, а C — постоянная, зависящая только от системы $\{\varphi_{m,n}(x, y)\}$.

Лемма 2. Если система $\{\varphi_{m,n}(x, y)\}$ образует нормированный базис типа T в $L_\Phi(R)$ и $f(x, y)$ — почти везде конечная измеримая функция на R , то для любого $\varepsilon > 0$ и для любых натуральных чисел m и n можно определить измеримое множество e_0 и числа $a_{i,k}$ ($m+1 < i < p$, $1 < q < k$; $1 < i < m$, $n+1 < k < q$) так, чтобы были выполнены условия:

- 1) $e_0 \subset R$, $\text{mes } e_0 < \varepsilon$;
- 2) $|a_{i,k}| < \varepsilon$ ($m+1 < i < p$, $1 < k < q$; $1 < i < m$, $n+1 < k < q$);
- 3) $\left\| \left(\sum_{i=m+1}^p \sum_{k=1}^q + \sum_{i=1}^m \sum_{k=n+1}^q \right) a_{i,k} \varphi_{i,k}(x, y) - f(x, y) \right\|_\Phi^{R-e_0} < \varepsilon$;

$$4) \left\| \left(\sum_{m=i+1}^r \sum_{k=1}^s + \sum_{i=1}^m \sum_{k=n+1}^s \right) a_{i,k} \varphi_{i,k}(x, y) \right\|_{\Phi}^e < \varepsilon + C \cdot \|f(x, y)\|_{\Phi}^e,$$

где $m+1 < r < p$, $n+1 < s < q$, а $e \subset R - e_0$ — любое измеримое множество, C — некоторая постоянная, зависящая только от системы $\{\varphi_{m,n}(x, y)\}$.

2^o. С помощью вышеприведенных лемм можно доказать следующие две основные теоремы.

Теорема 1. Если система $\{\varphi_{m,n}(x, y)\}$ образует нормированный базис типа T в $L_{\Phi}(R)$, то для любой на R измеримой функции $F(x, y)$ можно определить двойной ряд

$$\sum_{m, n=1}^{\infty} a_{m,n} \varphi_{m,n}(x, y), \tag{2.1}$$

обладающий следующими свойствами:

1) если обозначить через A множество тех точек из R , где $F(x, y)$ конечна, то ряд (2.1) сходится к $F(x, y)$ по норме L_{Φ} в обобщенном смысле на A , а на множестве $R-A$ является d -сходящимся по мере к $F(x, y)$, где d — любое неотрицательное число;

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

Теорема 2. Если система $\{\varphi_{m,n}(x, y)\}$ образует нормированный базис типа T в $L_{\Phi}(R)$, то для любой на R измеримой функции $F(x, y)$ можно определить двойной ряд

$$\sum_{m, n=1}^{\infty} a_{m,n} \varphi_{m,n}(x, y), \tag{2.2}$$

обладающий свойствами:

1) существуют две последовательности $\{g_{m,n}(x, y)\}$ и $\{z_{m,n}(x, y)\}$ почти везде на R конечных измеримых функций, таких, что

а) почти везде на R

$$S_{m,n}(x, y) = g_{m,n}(x, y) + z_{m,n}(x, y) \quad (m, n = 1, 2, \dots),$$

где $S_{m,n}(x, y)$ — частная сумма ряда (2.2);

$$б) \lim_{\substack{m \rightarrow \infty \\ n \rightarrow \infty}} g_{m,n}(x, y) = F(x, y) \text{ почти везде на } R;$$

с) на множестве A , где $F(x, y)$ конечна, последовательность $\{z_{m,n}(x, y)\}$ сходится к нулю по норме L_{Φ} в обобщенном смысле, а на множестве $R-A$ является d -сходящейся к нулю по норме L_{Φ} в обобщенном смысле, где d — любое неотрицательное число;

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

Теорема 2 является более сильной, чем теорема 1.

Теорема 3. Для всякой на R измеримой почти всюду конечной функции $f(x, y)$ можно определить по системе Хаара, двойной ряд⁽¹⁾, который почти всюду на R сходится к $f(x, y)$,

Теорема 4. Если функцию $f \ln^+ |f|$ суммируема на R , то двойной ряд Фурье—Лебега функции $f(x, y)$ по системе Хаара почти везде на R сходится к $f(x, y)$.

Теорема 5. По системе Хаара двойной ряд Фурье—Лебега суммируемой функции $f(x, y)$ λ -сходится⁽²⁾ к $f(x, y)$ почти везде на R .

Теорема 6. Система Хаара полна относительно $L(R)$.

Теорема 7. Система Хаара образует базис в $L_p(R)$.

Замечание 2. В теореме 5 нельзя заменить λ -сходимость обычной сходимостью; более того, существует такая суммируемая функция $f(x, y)$, что в каждой точке $(x, y) \in R$ имеем

$$\overline{\lim}_{\substack{m \rightarrow \infty \\ n \rightarrow \infty}} |S_{m,n}(f; x, y)| = +\infty,$$

где $S_{m,n}(f; x, y)$ — частная сумма ряда Фурье—Лебега функции $f(x, y)$ по системе Хаара.

Тбилисский государственный университет

(Поступило в редакцию 4 10 1963)

აბთმეპტიკა

მ. ძაბავიძე

ორი ცვლადის ზომადი ფუნქციების წარმოდგენა
ორმაზი მწკრივებით

რ ე ხ ი უ მ ე

წარმომადგენელი [1, 2, 3, 4] შესწავლილია საკითხები ერთი ცვლადის ზომადი ფუნქციების მწკრივებით წარმოდგენის შესახებ ამა თუ იმ $\{\varphi_n(x)\}$ სისტემის მიმართ.

ამ სტატიაში ჩვენ განვიხილავთ ანალოგიურ საკითხებს ორი ცვლადის ზომადი ფუნქციებისათვის.

დასრულებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Н. Лузин. Интеграл и тригонометрический ряд. М.—Л. Гостехиздат, 1951.
2. Д. Е. Меньшов. О сходимости по мере тригонометрических рядов. Труды Матем. ин-та им. Стеклова, в. 32, 1950.

(¹ Функции Хаара двух переменных определяются равенствами $\gamma_{m,n}(x, y) = \gamma_m(x) \cdot \gamma_n(y)$, где $\gamma_k(t)$ — функция Хаара.

(² Определение λ -сходимости см. в работе [7].

3. А. А. Талалян. Представление измеримых функций рядами. УМН, т. XV, в. 5 (95), 1960, 77—141.
4. А. А. Талалян. О предельных функциях рядов по базисам пространства L_p . Матем. сб., т. 56 (98): 3, 1962, 353—374.
5. А. Зигмунд. Тригонометрические ряды. М.—Л., Гостехиздат, 1939.
6. А. А. Талалян. О представлении измеримых функций интегралами с ядрами унитарных преобразований пространства $L_2(0, \infty)$. Матем. сб., т. 53(95), № 3, 1961, 287—312.
7. В. Г. Челидзе. Суммирование двойных рядов. Труды Матем. ин-та АН ГССР, 16, 1948, 1—37.



ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

М. О. БАШЕЛЕЙШВИЛИ

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ РЕШЕНИЯ ТРЕТЬЕЙ И ЧЕТВЕРТОЙ
 ГРАНИЧНЫХ ЗАДАЧ СТАТИКИ АНИЗОТРОПНЫХ
 УПРУГИХ ТЕЛ

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 16.11.1963)

Предположим, что упругая анизотропная среда заполняет конечную (бесконечную) односвязную область $D_i(D_a)$, ограниченную контуром S , имеющим непрерывную в смысле Гельдера кривизну. Начало координат возьмем в области D_i . За положительное направление нормали примем направление внешней нормали. Обход контура условимся вести против движения часовой стрелки.

Рассматривается следующая задача: найти в области $D_i(D_a)$ дважды непрерывно дифференцируемый вектор \vec{U} , который удовлетворяет основным уравнениям статики анизотропного упругого тела, а на границе нормальная составляющая вектора смещения U_n и касательная составляющая вектора напряжения $T_s \vec{U}$ — данные, непрерывные в смысле Гельдера, функции:

$$U_n = F_1, \quad T_s \vec{U} = F_2.$$

Сформулированная задача, которую мы условно называем третьей граничной задачей, изучена в случае изотропного тела исчерпывающим образом [1, 2, 3], но в случае анизотропного упругого тела, насколько нам известно, она еще не рассматривалась.

В настоящей статье дается один способ решения третьей граничной задачи статики анизотропного упругого тела, основанный на применении теории потенциала и сингулярных интегральных уравнений и являющийся обобщением метода, изложенного в работе [4].

С третьей граничной задачей тесно связана следующая граничная задача: найти дважды непрерывно дифференцируемый вектор \vec{U} , решение уравнений упругости, когда на границе касательная составляющая вектора смещения U_s и нормальная составляющая вектора напряжения $T_n \vec{U}$ — данные, непрерывные в смысле Гельдера, функции. Эту задачу будем называть четвертой граничной задачей.

Представляется целесообразным в третьей граничной задаче несколько изменить форму второго предельного равенства. Именно, первое предельное равенство продифференцируем по дуге s , умножим на $(-\delta)$, где δ — число, значение которого выпишем ниже, и сложим со вторым

равенством. Новые граничные условия эквивалентны исходным. Соответствующим образом заменяется граничное условие в четвертой задаче.

1°. Решение третьей граничной задачи в области D_i ищем в виде

$$\bar{U}(P) = \frac{1}{\pi} \int_S L(P, Q) \bar{g}(Q) ds, \quad (1.1)$$

где $\bar{g}(Q)$ — искомый вектор класса Гельдера, а $L(P, Q)$ — матрица

$$L(P, Q) = \begin{pmatrix} L_{11} & L_{12} \\ L_{21} & L_{22} \end{pmatrix}, \quad (1.2)$$

где

$$L_{11} = \text{Im} \sum_{k=1}^2 \left[(m_k \eta_s - n_k \bar{\xi}_s) \frac{\partial}{\partial s_Q} \ln \frac{\sigma_k}{\tau_k} + \right. \\ \left. + \partial(A_k \bar{\xi}_{ss} + B_k \eta_{ss}) \ln \left(1 - \frac{\bar{\xi}_k}{\tau_k} \right) \right] + \partial \bar{\xi}_{ss},$$

$$L_{21} = \text{Im} \sum_{k=1}^2 \left[(l_k \eta_s - h_k \bar{\xi}_s) \frac{\partial}{\partial s_Q} \ln \frac{\sigma_k}{\tau_k} + \right. \\ \left. + \partial(B_k \bar{\xi}_{ss} + C_k \eta_{ss}) \ln \left(1 - \frac{\bar{\xi}_k}{\tau_k} \right) \right] + \partial \eta_{ss}, \quad (1.3)$$

$$L_{12} = \text{Im} \sum_{k=1}^2 \left[(A_k \bar{\xi}_s + B_k \eta_s) \ln \left(1 - \frac{\bar{\xi}_k}{\tau_k} \right) \right] + \bar{\xi}_s,$$

$$L_{22} = \text{Im} \sum_{k=1}^2 \left[(B_k \bar{\xi}_s + C_k \eta_s) \ln \left(1 - \frac{\bar{\xi}_k}{\tau_k} \right) \right] + \eta_s,$$

$$m_k = \frac{-iBA_k + (iA + \sqrt{BC - A^2})B_k}{a_{11} [1 - \omega^2 (BC - A^2)]}, \quad n_k = \frac{-iCB_k + (iA - \sqrt{BC - A^2})A_k}{a_{11} [1 - \omega^2 (BC - A^2)]},$$

$$l_k = \frac{-iBB_k + (iA + \sqrt{BC - A^2})C_k}{a_{11} [1 - \omega^2 (BC - A^2)]}, \quad h_k = \frac{-iCC_k + (iA - \sqrt{BC - A^2})B_k}{a_{11} [1 - \omega^2 (BC - A^2)]}. \quad (1.4)$$

Здесь A, B, C — коэффициенты основной фундаментальной матрицы [5]; a_{11}, A, B, C, ω — постоянные, характеризующие физические свойства анизотропного тела [5]; $\sigma_k = \bar{\xi}_k - \zeta_k, \tau_k = x + \alpha_k y, \zeta_k = \bar{\xi} + \alpha_k \eta, (x, y)$ и $(\bar{\xi}, \eta)$ — координаты точек P и Q ,

$$\partial = \frac{\sqrt{BC - A^2}}{a_{11} (1 - \omega \sqrt{BC - A^2})}, \quad \bar{\xi}_s = \frac{d\bar{\xi}}{ds_Q}, \dots, \quad \eta_{ss} = \frac{d^2 \eta}{ds_Q^2}. \quad (1.5)$$

где $\bar{\xi} = \bar{\xi}(s)$ и $\eta = \eta(s)$ — уравнения контура.

При помощи элементарных преобразований для граничной задачи получаем следующую систему сингулярных интегральных уравнений:

$$\begin{aligned}
 g_1(Q_0) + \frac{1}{\pi} \int_S [K_{11}(Q_0, Q) g_1(Q) + K_{12}(Q_0, Q) g_2(Q)] dS &= f_1(Q_0), \\
 g_2(Q_0) + \frac{1}{\pi} \int_S [K_{21}(Q_0, Q) g_1(Q) + K_{22}(Q_0, Q) g_2(Q)] dS &= f_2(Q_0),
 \end{aligned} \quad (1.6)$$

где

$$f_1(Q_0) = (U_n)_i, \quad f_2(Q_0) = \left(-T_s \bar{U} + \bar{\nu} \frac{\partial U_n}{\partial s} \right)_i, \quad (1.7)$$

$$\begin{aligned}
 K_{11}(Q_0, Q) = \text{Im} \sum_{k=1}^2 \left\{ [(m_k \eta_{ks} - n_k \bar{\xi}_s) \eta_{os} - (l_k \eta_{ks} - h_k \bar{\xi}_s) \bar{\xi}_{os}] \frac{\partial}{\partial s Q} \ln \frac{\sigma_k}{\zeta_k} + \right. \\
 \left. + \bar{\nu} [(A_k \bar{\xi}_{ss} + B_k \eta_{ss}) \eta_{os} - (B_k \bar{\xi}_{ss} + C_k \eta_{ss}) \bar{\xi}_{os}] \ln \left(1 - \frac{\zeta_{ko}}{\zeta_k} \right) \right\} + \bar{\nu} (\bar{\xi}_{ss} \eta_{os} - \eta_{ss} \bar{\xi}_{os}),
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K_{12}(Q_0, Q) = \text{Im} \sum_{k=1}^2 [(A_k \bar{\xi}_s + B_k \eta_s) \eta_{os} - (B_k \bar{\xi}_s + C_k \eta_s) \bar{\xi}_{os}] \ln \left(1 - \frac{\zeta_{ko}}{\zeta_k} \right) + \\
 + (\bar{\xi}_s \eta_{os} - \eta_s \bar{\xi}_{os}),
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K_{21}(Q_0, Q) = \text{Im} \sum_{k=1}^2 \left\{ [(n'_k \bar{\xi}_s - m'_k \eta_s) \bar{\xi}_{os} + (h'_k \bar{\xi}_s - n'_k \eta_s) \eta_{os}] \frac{\partial^2}{\partial s Q_0 \partial s Q} \ln \sigma_k - \right. \\
 - \bar{\nu} [(m_k \bar{\xi}_{ss} + l_k \eta_{ss}) \bar{\xi}_{os} + (n_k \bar{\xi}_{ss} + h_k \eta_{ss}) \eta_{os}] \frac{\partial}{\partial s Q_0} \ln \sigma_k + \bar{\nu} (m_k \eta_s - n_k \bar{\xi}_s) \eta_{oss} - \\
 - (l_k \eta_s - h_k \bar{\xi}_s) \bar{\xi}_{oss}] \frac{\partial}{\partial s Q} \ln \frac{\sigma_k}{\zeta_k} + \bar{\nu}^2 [(A_k \bar{\xi}_{ss} + B_k \eta_{ss}) \eta_{oss} - (B_k \bar{\xi}_{ss} + \\
 + C_k \eta_{ss}) \bar{\xi}_{oss}] \ln \left(1 - \frac{\zeta_{ko}}{\zeta_k} \right) \left. \right\} + \bar{\nu}^2 (\bar{\xi}_{ss} \eta_{oss} - \eta_{ss} \bar{\xi}_{oss}), \quad (1.8)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K_{22}(Q_0, Q) = \text{Im} \sum_{k=1}^2 \left\{ -[(m_k \bar{\xi}_s + l_k \eta_s) \bar{\xi}_{os} + (n_k \bar{\xi}_s + h_k \eta_s) \eta_{os}] \frac{\partial}{\partial s Q_0} \ln \sigma_k + \right. \\
 \left. + \bar{\nu} [(A_k \bar{\xi}_s + B_k \eta_s) \eta_{oss} - (B_k \bar{\xi}_s + C_k \eta_s) \bar{\xi}_{os}] \ln \left(1 - \frac{\zeta_{ko}}{\zeta_k} \right) \right\} + \\
 + \bar{\nu} (\bar{\xi}_s \eta_{oss} - \eta_s \bar{\xi}_{oss}),
 \end{aligned}$$

где

$$\bar{\xi}_{os} = \frac{d\bar{\xi}_o}{ds Q_0}, \dots, \eta_{oss} = \frac{d^2 \eta_o}{ds^2 Q_0}, \bar{\xi}_o = \bar{\xi}(s Q_0), \eta_o = \eta(s Q_0), \zeta_{ko} = \bar{\xi}_o + \alpha_k \eta_o,$$

$$m'_{\kappa} = \frac{i(iA + \sqrt{BC - A^2})}{C} Er_{\kappa}, \quad n'_{\kappa} = Er_{\kappa}, \quad l'_{\kappa} = -\frac{i(\sqrt{BC - A^2} - iA)}{B} Er_{\kappa},$$

$$E = \frac{1}{a_{11}(1 - \omega\sqrt{BC - A^2})^2} [(iA + \sqrt{BC - A^2})(\alpha_1 + \alpha_2) - 2Bi], \quad r_{\kappa} = \frac{(-1)^{\kappa}}{\alpha_1 - \alpha_2}.$$
(1.9)

Считаем, что $(U_n)_i, \left(\frac{\partial U_n}{\partial s}\right)_i = \frac{\partial (U_n)_i}{\partial s}, (T_s \bar{u})_i$ — функции класса Гельдера.

Учитывая неравенства $C > 0, BC - A^2 > 0$, доказываем, что индекс системы (1.6) равен нулю. Таким образом, для системы (1.6) справедливы теоремы Фредгольма.

Докажем, что система (1.6) всегда разрешима, если S не является окружностью. Допустим, что система (1.6^{*}), полученная из (1.6), когда $f_1 = f_2 = 0$, имеет нетривиальное решение \bar{g}^* (\bar{g}_1^*, \bar{g}_2^*). Так как $f_1 = f_2 = 0$, то $(U_n^*)_i = 0$ и $(T_s \bar{u}^*)_i = 0$, где \bar{u}^* — значение вектора \bar{u} , определенное (1.1), где вместо \bar{g} подставлено \bar{g}^* . Применяя обобщенную формулу Грина [5] в области D_i (S не окружность), получаем

$$\bar{u}^*(P) = 0, \quad P \in D_i. \quad (1.10)$$

Из последней формулы находим

$$\bar{u}^*(0) = \frac{1}{\pi} \int_S \left(\begin{matrix} \bar{\zeta}_{ss} g_2^* + \partial \bar{\zeta}_{ss} g_1^* \\ \eta_s g_2^* + \partial \eta_{ss} g_1^* \end{matrix} \right) ds = 0. \quad (1.11)$$

Согласно первому уравнению системы (1.6^{*}), $\frac{\partial g_1^*}{\partial s}$ — функция класса Гельдера. А в этом случае, как легко показать, имеют место равенства

$$0 = (U_n^*)_i = (U_n^*)_a, \quad 0 = (T_s \bar{u}^*)_i = (T_s \bar{u}^*)_a. \quad (1.12)$$

Из равенства (1.11) заключаем, что вектор $\bar{u}^*(P)$ ограничен на бесконечности, а его первые производные имеют порядок $\frac{1}{\rho^2}$. Применяя формулу Грина в области D_a и учитывая (1.12), получим

$$\bar{u}^*(P) = 0, \quad P \in D_a. \quad (1.13)$$

Учитывая равенства (1.10) и (1.13), находим

$$(U_n^*)_i - (U_n^*)_a = 2g_1^* = 0, \quad \left(-T_s \bar{u}^* + \partial \frac{\partial u_n}{\partial s}\right)_i - \left(-T_s \bar{u}^* + \partial \frac{\partial u_n}{\partial s}\right)_a = 2g_2^* = 0.$$

Таким образом, система (1.6) всегда разрешима, если S не окружность.

Рассмотрим случай, когда S — окружность. В этом случае сопряженному с (1.6^{*}) уравнению удовлетворяет вектор $(\bar{u}^*)_i$. Доказывается, что си-

система (1.6^o) имеет только одно решение. Условие разрешимости уравнения (1.6) $\int_S f_2 ds = 0$ выполнено, так как в случае окружности это есть условие обращения в нуль главного момента внешних усилий. Итак, если главный момент внешних усилий равен нулю, то уравнение (1.6) разрешимо и в случае окружности.

Найдем сопряженную с (1.6) систему интегральных уравнений:

$$\begin{aligned}
 h_1(Q_0) + \frac{1}{\pi} \int_S [K_{11}(Q, Q_0) h_1(Q) + K_{21}(Q, Q_0) h_2(Q)] ds &= F_1(Q_0), \\
 h_2(Q_0) + \frac{1}{\pi} \int_S [K_{12}(Q, Q_0) h_1(Q) + K_{22}(Q, Q_0) h_2(Q)] ds &= F_2(Q_0).
 \end{aligned}
 \tag{1.14}$$

Доказывается, что система (1.14) получается, если решение четвертой граничной задачи $(T_n \bar{V} + \delta \frac{\partial V_s}{\partial s})_a = F_1(Q_0)$, $(V_s)_a = F_2(Q_0)$ в области D_a будем искать следующим образом:

$$\begin{aligned}
 \bar{V}(P) = \frac{1}{\pi} \operatorname{Im} \sum_{k=1}^2 \int_S \left\{ \left[\left(\frac{A_k \eta_{ks} - B_k \bar{\xi}_{ks}}{B_k \eta_{ks} - C_k \bar{\xi}_{ks}} \right) \ln \left(1 - \frac{\zeta_k}{\bar{\zeta}_k} \right) + \left(\frac{\eta_{ks}}{-\bar{\xi}_{ks}} \right) \right] h_1(Q) + \right. \\
 \left. + \left[- \left(\frac{m_k \bar{\xi}_{ks} + n_k \eta_{ks}}{l_k \bar{\xi}_{ks} + h_k \eta_{ks}} \right) \frac{\partial}{\partial s_Q} \ln \sigma_k + \delta \left(\frac{A_k \eta_{ks} - B_k \bar{\xi}_{ks}}{B_k \eta_{ks} - C_k \bar{\xi}_{ks}} \right) \ln \left(1 - \frac{\zeta_k}{\bar{\zeta}_k} \right) + \right. \right. \\
 \left. \left. + \delta \left(\frac{\eta_{ks}}{-\bar{\xi}_{ks}} \right) \right] h_2(Q) \right\} ds.
 \end{aligned}
 \tag{1.15}$$

Система (1.14) разрешима, если S не является окружностью. В случае окружности в правой части в выражении для $\bar{V}(P)$ добавляем член

$$\frac{R}{4\pi} \cdot \operatorname{Im} \sum_{k=1}^2 \left(\frac{A_k z_k - B_k}{B_k z_k - C_k} \right) \frac{1}{z_k} L,$$

где

$$\begin{aligned}
 L = \operatorname{Im} \sum_{k=1}^2 \int_S \left\{ \left[\left(\frac{l_k \bar{\xi}_{ks} + h_k \eta_{ks}}{l_k \bar{\xi}_{ks} + h_k \eta_{ks}} \right) \frac{\partial}{\partial s_Q} \frac{1}{\zeta_k} + \delta \left(\frac{C_k \bar{\xi}_{ks} - B_k \eta_{ks}}{C_k \bar{\xi}_{ks} - B_k \eta_{ks}} \right) \frac{1}{\zeta_k} \right] h_2(Q) + \right. \\
 \left. + \left(\frac{C_k \bar{\xi}_{ks} - B_k \eta_{ks}}{C_k \bar{\xi}_{ks} - B_k \eta_{ks}} \right) \frac{1}{\zeta_k} h_1(Q) \right\} ds,
 \end{aligned}$$

R —радиус круга. В этом случае полученная система интегральных уравнений разрешима и в случае окружности.

2. Решение третьей граничной задачи в области D_a ищем следующим образом:

$$\begin{aligned} \bar{U}(P) = & \frac{1}{\pi} \operatorname{Im} \sum_{k=1}^2 \int_S \int \left[\begin{matrix} m_k \eta_s - n_k \bar{\xi}_s \\ l_k \eta_s - h_k \bar{\xi}_s \end{matrix} \right] \frac{\partial}{\partial s_Q} \ln \sigma_{k g_1}(Q) + \\ & + \left\| \begin{matrix} A_K, B_K \\ B_K, C_K \end{matrix} \right\| \left(\begin{matrix} \bar{\xi}_s g_2 + \partial \bar{\xi}_{ss} g_1 \\ \eta_s g_2 + \partial \eta_{ss} g_1 \end{matrix} \right) \ln \left(1 - \frac{\bar{\xi}_K}{\bar{\xi}_{K0}} \right) ds + \frac{1}{\pi} \int_S \left(\begin{matrix} \bar{\xi}_s g_2 + \partial \bar{\xi}_{ss} g_1 \\ \eta_s g_2 + \partial \eta_{ss} g_1 \end{matrix} \right) ds. \end{aligned} \quad (2.1)$$

Для определения $\bar{g}(g_1, g_2)$ получаем систему

$$\begin{aligned} -g(Q_0) + \frac{1}{\pi} \int_S [G_{11}(Q_0, Q) g_1(Q) + G_{12}(Q_0, Q) g_2(Q)] ds &= \Phi_1(Q_0), \\ -g(Q_0) + \frac{1}{\pi} \int_S [G_{21}(Q_0, Q) g_1(Q) + G_{22}(Q_0, Q) g_2(Q)] ds &= \Phi_2(Q_0), \end{aligned} \quad (2.2)$$

где

$$\Phi_1(Q_0) = (U_n)_a, \quad \Phi_2(Q_0) = \left(-T_s \bar{u} + \partial \frac{\partial U_n}{\partial s} \right)_a, \quad (2.3)$$

$$\begin{aligned} G_{11}(Q_0, Q) = & \operatorname{Im} \sum_{k=1}^2 \left\{ [(m_k \eta_s - n_k \bar{\xi}_s) \eta_{os} - (l_k \eta_s - h_k \bar{\xi}_s) \bar{\xi}_{os}] \frac{\partial}{\partial s_Q} \ln \sigma_k + \right. \\ & + \partial [(A_K \bar{\xi}_{ss} + B_K \eta_{ss}) \eta_{os} - (B_K \bar{\xi}_{ss} + C_K \eta_{ss}) \bar{\xi}_{os}] \ln \left(1 - \frac{\bar{\xi}_K}{\bar{\xi}_{K0}} \right) \left. \right\} + \\ & + \partial (\bar{\xi}_{ss} \eta_{os} - \eta_{ss} \bar{\xi}_{os}), \\ G_{12}(Q_0, Q) = & \operatorname{Im} \sum_{k=1}^2 \left\{ [(A_K \bar{\xi}_s + B_K \eta_s) \eta_{os} - (B_K \bar{\xi}_s + C_K \eta_s) \bar{\xi}_{os}] \ln \left(1 - \frac{\bar{\xi}_K}{\bar{\xi}_{K0}} \right) + \right. \\ & + (\bar{\xi}_s \eta_{os} - \eta_s \bar{\xi}_{os}), \\ G_{21}(Q_0, Q) = & \operatorname{Im} \sum_{k=1}^2 \left\{ [(n'_k \bar{\xi}_s - m'_k \eta_s) \bar{\xi}_{os} + (l'_k \bar{\xi}_s - h'_k \eta_s) \eta_{os}] \frac{\partial^2}{\partial s_{Q_0} \partial s_Q} \ln \sigma_k - \right. \\ & - \partial [(m_k \bar{\xi}_{ss} + l_k \eta_{ss}) \bar{\xi}_{os} + (n_k \bar{\xi}_{ss} + h_k \eta_{ss}) \eta_{os}] \frac{\partial}{\partial s_{Q_0}} \ln \left(1 - \frac{\bar{\xi}_K}{\bar{\xi}_{K0}} \right) + \\ & + \partial [(m_k \eta_s - n_k \bar{\xi}_s) \eta_{oss} - (l_k \eta_s - h_k \bar{\xi}_s) \bar{\xi}_{oss}] \frac{\partial}{\partial s_Q} \ln \sigma_k + \\ & + \partial^2 [(A_K \bar{\xi}_{ss} + B_K \eta_{ss}) \eta_{oss} - (B_K \bar{\xi}_{ss} + C_K \eta_{ss}) \bar{\xi}_{oss}] \ln \left(1 - \frac{\bar{\xi}_K}{\bar{\xi}_{K0}} \right) \left. \right\} + \\ & + \partial^2 (\bar{\xi}_{ss} \eta_{oss} - \eta_{ss} \bar{\xi}_{oss}), \end{aligned} \quad (2.4)$$

$$G_{22}(Q_0, Q) = \operatorname{Im} \sum_{\beta=1}^2 \left\{ -[(m_K \xi_s + l_K \eta_s) \xi_{os} + (n_K \xi_s + h_K \eta_s) \eta_{os}] \frac{\partial}{\partial s Q_0} \ln \left(1 - \frac{\xi_K}{\xi_{K0}} \right) + \right. \\ \left. + \delta [(A_K \xi_s + B_K \eta_s) \eta_{oss} - (B_K \xi_s + C_K \eta_s) \xi_{oss}] \ln \left(1 - \frac{\xi_K}{\xi_{K0}} \right) \right\} + \\ + \delta (\xi_s \eta_{oss} - \eta_s \xi_{oss}).$$

Доказывается, что индекс системы (2.2) равен нулю.

Докажем, что система (2.2) всегда разрешима. Допустим, что (2.2°) имеет нетривиальное решение $\vec{g}^*(g_1^*, g_2^*)$. Так как вектор $\vec{U}^*(P)$ ограничен на бесконечности и его первые производные имеют порядок $\frac{1}{\rho^2}$, то в области D_a можно применить формулу Грина. Применяя эту формулу и учитывая, что $(U_n^*)_a = 0$ и $(T_s \vec{U}^*)_a = 0$, получаем

$$\vec{U}^*(P) = 0, \quad P \in D_a. \quad (2.5)$$

В этом случае из выражения (2.1) находим

$$\vec{U}^*(\infty) = \frac{1}{\pi} \int_S \left(\begin{array}{l} \xi_s g_2^* + \delta \xi_{ss} g_1^* \\ \eta_s g_2^* + \delta \eta_{ss} g_1^* \end{array} \right) ds = 0.$$

Согласно первому уравнению системы (2.2°), $\frac{\partial g_1^*}{\partial s}$ — функция класса Гельдера, а в этом случае имеют место равенства

$$0 = (U_n^*)_a = (U_s^*)_i, \quad 0 = (T_n \vec{U}^*)_a = (T_n \vec{U}^*)_i. \quad (2.6)$$

Применяя в области D_i формулу Грина и учитывая равенства (2.6), получаем

$$\vec{U}^*(P) = 0, \quad P \in D_i. \quad (2.7)$$

Из формул (2.5) и (2.7) имеем

$$\begin{aligned} (U_n^*)_i - (U_n^*)_a &= 2g_1^* = 0, \\ \left(-T_s \vec{U}^* + \delta \frac{\partial U_n^*}{\partial s} \right)_i - \left(-T_s \vec{U}^* + \delta \frac{\partial U_n^*}{\partial s} \right)_a &= 2g_2^* = 0. \end{aligned}$$

Итак система (2.2) всегда разрешима.

Очевидно, что и сопряженная с (2.2) система

$$\begin{aligned} -h_1(Q_0) + \frac{1}{\pi} \int_S [G_{11}(Q, Q_0) h_1(Q) + G_{21}(Q, Q_0) h_2(Q)] ds &= F_1(Q_0), \\ -h_2(Q_0) + \frac{1}{\pi} \int_S [G_{12}(Q, Q_0) h_1(Q) + G_{22}(Q, Q_0) h_2(Q)] ds &= F_2(Q_0) \end{aligned} \quad (2.8)$$

всегда разрешима.

Систему (2.8) получаем, если решение четвертой граничной задачи

$$\left(T_n \vec{U} + \delta \frac{\partial V_s}{\partial s} \right)_i = F_1(Q_0), \quad (V_s)_i = F_2(Q_0) \text{ в области } D_i \text{ ищем в виде}$$

$$\bar{V}(P) = \frac{1}{\pi} \operatorname{Im} \sum_{k=1}^2 \int_S \left\{ \left[\left(\frac{A_K \eta_s - B_K \xi_s}{B_K \eta_s - C_K \xi_s} \right) \ln \left(1 - \frac{\xi_K}{\zeta_K} \right) + \left(-\frac{\eta_s}{\xi_s} \right) \right] h_1(Q) + \right. \\ \left. + \left[- \left(\frac{m_K \xi_s + n_K \eta_s}{l_K \xi_s + h_K \eta_s} \right) \frac{\partial}{\partial s_Q} \ln \sigma_K + \delta \left(\frac{A'_K \eta_{ss} - B_K \xi_{ss}}{B_K \eta_{ss} - C_K \xi_{ss}} \right) \ln \left(1 - \frac{\xi_K}{\zeta_K} \right) + \right. \right. \\ \left. \left. + \delta \left(-\frac{\eta_{ss}}{\xi_{ss}} \right) \right] h_2(Q) \right\} ds.$$

Итак, исследование третьей и четвертой граничных задач в областях D_i и D_a закончено.

В заключение заметим, что замена граничных условий новыми эквивалентными граничными условиями не единственна. Аналогичные результаты получаются, если вместо δ взять $(-\delta_1)$, где $\delta_1 = \frac{\sqrt{BC-A^2}}{a_{11}(1+\omega\sqrt{BC-A^2})}$.

Исследование третьей и четвертой граничных задач в случае многосвязных конечных и бесконечных областей не представляет трудности и его можно провести так, как в работе [6].

Решение рассмотренных выше задач при помощи уравнений Фредгольма будет дано в следующей статье.

Изложенный нами способ решения граничных задач с незначительными изменениями переносится и на случай изгиба опертой анизотропной пластинки. Этот вопрос также будет рассмотрен позднее.

Академия наук Грузинской ССР

Вычислительный центр

(Поступило в редакцию 16.11.1963)

დრეკადრების თეორია

ბ. ბაშელეიშვილი

ანიზოტროპული დრეკადი ტანის სტატიკის მესამე და მეოთხე სასაზღვრო ამოცანების ამოხსნის ერთი მეთოდის შესახებ

რეზიუმე

წერილში მოცემულია ანიზოტროპული დრეკადი ტანის სტატიკის ე. წ. მესამე და მეოთხე სასაზღვრო ამოცანების ამოხსნის ერთი ხერხი, რომელიც პოტენციალთა თეორიისა და სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა მეთოდის გამოყენებაზეა დამყარებული.

დასოფიებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. И. Мусхелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М.—Л., 1954.
2. Д. И. Шерман. Об одной смешанной задаче теории упругости. ПММ, т. VII, в. 6, 1943
3. Д. И. Шерман. Об одной задаче упругости со смешанными однородными условиями. ДАН СССР, т. 114, № 4, 1957.
4. В. Д. Купрадзе. Методы потенциала в теории упругости. М., 1963.
5. М. О. Башелейшвили. Решение плоских граничных задач статки анизотропного упругого тела. Труды Вычислительного центра АН ГССР, т. III, 1963.
6. М. О. Башелейшвили. Об одном способе исследования некоторых плоских граничных задач анизотропного упругого тела для многосвязных областей. Труды Вычислительного центра АН ГССР, т. IV, 1963.



КИБЕРНЕТИКА

В. В. ЧАВЧАНИДЗЕ, К. С. КВИНИХИДЗЕ

К ВОПРОСУ О РАСШИФРОВКЕ
КОДА ДНК

(Представлено академиком С. В. Лурмишидзе 27.10.1962)

Недавно были опубликованы статьи [1—8], в которых приведены экспериментальные данные о соответствиях некоторых аминокислот триадам оснований РНК. В связи с этим желательно было бы определить, каков код ДНК (РНК). В работе [9] одним из авторов был предложен код первичного алфавита ДНК, опирающийся на два постулата:

1. Триада $\{\alpha\}$ и сопряженная с ней триада $\{\alpha^*\}$ несут одинаковую «информационную» нагрузку и, следовательно, $\{\alpha\}$ и $\{\alpha^*\}$ ассоциируют одну и ту же аминокислоту; триада $\{\alpha^*\}$ сопряжена с $\{\alpha\}$, если содержащиеся в $\{\alpha^*\}$ элементы получены путем замены в $\{\alpha\}$ А на Т, Т на А; G на C, C на G.

II. Триада $\{\alpha\}$ и триада $\{\alpha^{-1}\}$, которая содержит основания, зеркально отраженные относительно среднего отсека триады $\{\alpha\}$, несут одинаковую «информационную» нагрузку, и, следовательно, $\{\alpha\}$ и $\{\alpha^{-1}\}$ ассоциируют одну и ту же аминокислоту.

Полученные в последнее время данные подтверждают эти постулаты: разъединившиеся молекулярные цепи ДНК служат материалом для построения второй цепи, сопряженной (в нашей терминологии) с первой; во-вторых, из гипотезы Стенли [10] следует, что на одной из цепей ДНК синтезирует и-РНК, а на другой—участки р-РНК, комплементарные (сопряженные, в нашей терминологии) к ней. Экспериментальное доказательство гипотезы Стенли дано в работе Гейдусека [11]. Следовательно, ранее введенное понятие «сопряженности» описывает как комплементарность цепочек двойной спирали ДНК, так и комплементарность синтезируемых на одной из цепей ДНК и-РНК или р-РНК.

Справедливость второго постулата подтверждается экспериментальными данными [3]. Если допустить, что генетический код является, как предполагалось в работе [9], неперекрывающимся и триплетным при «считывании» с одного фиксированного конца цепочки нуклеиновой кислоты, то, как отмечает Юдин [12], гипотеза Крика требует существенного дополнительного допущения (при таком коде рекомбинации,

независимо от их механизмов, разрешены только на границах триплетов, т. е. разрешена именно та операция «зеркального отражения», о которой говорилось во втором постулате).

«Алфавит», приведенный в работе [9], описывает как редупликацию ДНК, так и синтез на цепочках ДНК и- и р-РНК, т. е. является более общим по сравнению со всеми другими кодами.

Таблица

Аминокислоты	Код 1958 г. Расположение оснований фиксировано	Код Очоа— Ниренберга	Соответствие кода Очоа—Ниренберга коду 1958 г.
Фенилаланин	UUU	UUU	совп.
Аланин	CUG	UCG	"
Аргинин	UGC	UCG	"
Аспарагиновая кисл.	AUC	UAG	"
Аспарагин	ACU	UAA, UAC	"
Цистеин	UUG	UUG	"
Глютаминовая кисл.	GCG	UAG	нет
Глютамин	GCU	UCG	совп.
Глицин	GUG	UCG	"
Гистидин	CUG	UAC	различие
Изолейцин	UUA	UUA	совп.
Лейцин	UCU	UUC, UUG, UUA	"
Лизин	CGG	UUA	нет
Метионин	AUC	UAG	совп.
Пролин	CCC	UCC	"
Серин	UUC	UUC	"
Треонин	UCC	UAC, UCC	"
Триптофан	ACC	UGG	"
Тирозин	UAU	UUA	"
Валин	UGU	UUG	"

Используя постулаты I и II, из 64 возможных комбинаций четырех оснований по три получим 20 триад, несущих различную «генетическую нагрузку» [9].

В работе Марио Агено [14] на основе анализа экспериментальных данных воспроизведен код, совпадающий с кодом 1958 г., предложенным в работе [9]. Вышеуказанный код по своей сути был предложен так, что являлся линейным, без запятых, неперекрывающимся; основным элементом, кодирующим аминокислоту, являлась триада (триплет) оснований. В 1958 г. не было экспериментальных данных для сопоставления их с теоретическим кодом. Экспериментальные работы последних лет [1,4,5,6,13] привели к следующим выводам:

1. Группа из трех оснований (или, что менее вероятно, кратная трем) кодирует аминокислоту.
2. Код не является перекрывающимся.
3. Последовательность оснований читается с фиксированной начальной точки. Нет специальных «запятых» для указания правила отбора

триплетов. Если начальная точка перемещается, то чтение триплета изменяется и становится неправильным.

4. Код, вероятно, является «вырожденным», т. е. одну конкретную аминокислоту можно закодировать одним из нескольких триплетов оснований.

В настоящей работе сделана попытка индивидуализации каждой триады, т. е. нахождения однозначного соответствия аминокислота—триада, включая указание порядка оснований внутри триад. С этой целью были проанализированы данные по расшифровке кода р-РНК—аминокислота [1—8, 13]. Результаты впервые были доложены в 1962 г. [15].

Как указывалось выше, имеется неоднозначность в определении соответствия аминокислота—триада. Кроме того, не установлена последовательность оснований в триаде.

Выбор соответствия триада—аминокислота по составу на основе экспериментальных данных Очоа, Крика, Ниренберга производился на основе точной оценки относительной доли появления аминокислот в смесях с соотношениями $U:C=5:1$, $U:A=5:1$, $U:C:A=5:1:1$ и др.

Кодирующие триады разделяются на два типа: триады, содержащие два одинаковых основания, и триады, все три основания которых различны. Из-за зеркальной инверсии триады первого типа могут кодировать только две различные аминокислоты (триады $[aab]$ и $[baa]$ эквивалентны), тогда как в триаде типа $[abc]$ допускаются три перестановки, дающие существенно различные триады.

Кроме того, вероятность появления триады $[aab]$ вдвое больше, чем вероятность появления триады $[aba]$, так как наряду с триадой $[aab]$ может появляться и триада $[baa]$, эквивалентная первой.

Рассчитаны вероятности замещений оснований при дезаминировании, в результате которых осуществляется следующее замещение оснований: $A \rightarrow (H) \rightarrow G$; $C \rightarrow U$, причем известно, что вероятность второго перехода больше и замещение основания, расположенного с края триады, вдвое больше, вероятно, чем замещение среднего основания.

Все это дало возможность однозначно определить последовательность оснований во всех триадах.

Расшифрованный код с указанием порядка оснований в триадах на основе экспериментальных данных и кода 1958 г. впервые устанавливается в виде, данном в таблице. Экспериментальный код Очоа—Ниренберга испытал существенное изменение лишь в двух местах: для глутаминовой кислоты вместо UAG имеем триаду GCG , а для лизина— CGG .

В трех местах из нескольких возможных триад выбрана одна. Таким образом, устранена неоднозначность в соответствии триада—нуклеиновая кислота. В тех случаях, когда американские авторы две или три аминокислоты сопоставляют с одинаковыми по составу триадами (например,

ალანინ, არგინინ, გლუტამინ კოდიруются триадоი *UCG* и т. д.), მიღებული ძირითადი განსხვავებები უკავშირდება მათი კოდების განსხვავებას. აღნიშნული ცვლილებები შეესაბამება ცვლილებებს, რომლებიც აღინიშნა ჯაქვებზე *m*- და *s*-რწმ-ს სინთეზის დროს. ეს კოდი ყველა დანარჩენ კოდზე უფრო ზოგადია. შრომაში ჩატარებულია ინდივიდუალიზაცია ყოველი ტრიადისა, ე. ი. ცალსახა დამოკიდებულების დამყარება ამინომჟავებსა და ტრიადებს შორის. [1—8] მოყვანილი ექსპერიმენტული მონაცემების მიხედვით ჩატარებულია სტატისტიკური გათვლები. მიღებული შედეგები მოყვანილია ცხრილში.

Полученные данные приведены в таблице.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики
Тбилиси

(Поступило в редакцию 27.10.1962)

კიბერნეტიკა

ბ. ზამზანიძე, კ. კვინიხიძე

დნმ-ს კოდის გაშიფრვის საკითხისათვის

რეზიუმე

ამას წინათ გამოქვეყნებულ სტატიებში [1—8] მოყვანილია ზოგიერთი ამინომჟავის ტრიადებთან დამოკიდებულების ექსპერიმენტული მონაცემები. 1958 წელს ვ. ჯავჭანიძის მიერ შემოტანილ იქნა ნუკლეინური მჟავის „ანბანის“ [9], რომელიც აღწერს როგორც დნმ-ს რედუქციაციას, ასევე დნმ-ს ჯაქვებზე *m*- და *s*-რწმ-ს სინთეზს. ეს კოდი ყველა დანარჩენ კოდზე უფრო ზოგადია. შრომაში ჩატარებულია ინდივიდუალიზაცია ყოველი ტრიადისა, ე. ი. ცალსახა დამოკიდებულების დამყარება ამინომჟავებსა და ტრიადებს შორის. [1—8] მოყვანილი ექსპერიმენტული მონაცემების მიხედვით ჩატარებულია სტატისტიკური გათვლები. მიღებული შედეგები მოყვანილია ცხრილში.

დასოფიებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. H. G. Wittmann. Ansätze zur Entschlüsselung des genetischen Code. Naturwissenschaften, Heft 24, 1961, 730—737.
2. Г. Г. Виттманн. Изучение корреляции между нуклеиновой кислотой и белком в ВТМ, у МБК. I Симпозиум, 1961.
3. F. H. C. Crick, L. Barnett, S. Brenner, R. J. Watts-Tobin. General Nature of Genetic Code for Proteins. Nature, vol. 192, № 4809, 1961, 1227—1233.
4. P. Lenguel, J. F. Speyer, S. Ochoa. Synthetic Polynucleotides and Amino Acid Code I. Proceedings of The National Academy of Sciences of USA, vol. 47, № 12, 1961, 1936—1942.
5. J. F. Speyer, P. Lenguel, C. Basilio, S. Ochoa. Synthetic Polynucleotides and Amino Acid Code II. Proceedings of The National Academy of Sciences of USA, vol. 48, № 1, 1962, 63—68.
6. P. Lenguel, J. F. Speyer, C. Basilio, S. Ochoa. Synthetic Polynucleotides and Amino Acid Code III. Proceedings of The National Academy of Sciences of USA, vol. 48, № 2, 1962, 282—287.

7. A. Smith. Nucleotide Coding and Amino Acid Replacement in Proteins I. Proceedings of The National Academy of Sciences of USA, vol. 48, № 4, 1962, 677—683.
8. A. Smith. Nucleotide Coding and Amino Acid Replacement in Proteins II. Proceedings of The National Academy of Sciences of USA, vol. 48, № 5, 1962.
9. В. В. Чавчанидзе. О первичном алфавите дезоксирибонуклеиновой кислоты. *Биофизика*, т. III, в. IV, 1958, 391—395.
10. W. M. Stanley, R. M. Bock. Mechanism of Expression of Genetic Code Information. *Nature*, vol. 190, № 4773, 1961, 229—230.
11. E. P. Geidushek, J. Nakamoto, S. B. Weiss. The Engimatic Synthesis of RNA. Complementary Interreccion with DNA. Proceedings of The National Academy of Sciences of USA, vol. 47, № 9, 1961, 1405—1415.
12. А. Л. Юдин. Проблема генетического кода: некоторые новейшие достижения. *Цитология*, т. 4, № 2, 1962, 101—108.
13. M. W. Nirenberg, J. H. Matthaei. The Dependence of Cell-Free Protein Synthesis in *E. coli* upon Naturally Occuring or Synthetic Polynucleotides. Proceedings of The National Academy of Sciences of USA, vol. 47, № 10, 1961, 1588—1602.
14. Агено Маріо. Deoxyribonucleic Acid Code. *Nature*, vol. 195, № 4845, 1962, 998—999.
15. В. В. Чавчанидзе. К вопросу о расшифровке кода ДНК. Доклад на Сессии общего собрания Отделения биологических наук АН СССР, посвященный биологическим аспектам кибернетики. Москва, апрель, 1962.

ФИЗИКА

Г. А. ЧИЛАШВИЛИ

ПРИМЕНЕНИЕ ФАКТОРИЗУЮЩЕГОСЯ ПОТЕНЦИАЛА
К ЯДРУ Li^6

(Представлено академиком В. И. Мамасахлисовым 22.4.1963)

В работе [1] мы рассмотрели задачу трех тел, взаимодействующих с двухчастичным нелокальным факторизующимся потенциалом. В этой статье ранее полученные формулы применяются для расчета энергии связи основного состояния ядра Li^6 .

В ядре Li^6 сверх замкнутой оболочки $(1S)^4$ находится один протон и один нейтрон. Эта замкнутая оболочка представляет так называемую α -частицу, которая характеризуется особой устойчивостью с энергией связи 28,3 Мэв и малым электромагнитным радиусом $R_\alpha = 1,61 f$. Противоположно этому ядро Li^6 является очень рыхлой системой, энергия связи которой лишь на 3,71 Мэв больше энергии связи α -частицы и имеет почти в два раза больший электромагнитный радиус. Как известно, α -частица не имеет (до ~20 Мэв) возбужденных состояний, в то время как Li^6 имеет низколежащие уровни. Естественно поэтому предположить, что эти уровни осуществляются движением внешнего нейтрона и протона в поле α -частицы без заметной поляризации последней. Таким образом, будем считать, что ядро Li^6 можно изучать как систему трех тел $Li^6 = \alpha + n + p$ [2].

Так как орбитальный момент основного состояния Li^6 равен нулю, оба внешних нуклона также могут быть в S -состоянии, поэтому возможной конфигурацией ядра Li^6 будет $(1S)^4 (2S)^2$. Для получения правильного значения спина ($I=1$) следует предположить, что для внешних нуклонов осуществляется такое же спиновое состояние, что и для нейтрона и протона в свободном состоянии, т. е. в дейтроне. Такая конфигурация ядра Li^6 известна как α -дейтронная модель. α -дейтронная модель успешно применяется для объяснения целого ряда свойств ядра Li^6 .

Предположим, что составляющие Li^6 три частицы взаимодействуют с нелокальными факторизующимися потенциалами. В качестве $n-p$ -потенциала возьмем потенциал Ямагучи, хорошо описывающий взаимодействие двух нуклонов как в основном, так и в непрерывном спектре [3]. Взаимодействие нуклонов с α -частицей также опишем феноменологическим нелокальным факторизующимся потенциалом, объясняющим S -фазу $n-\alpha$ -рассеяния при малых энергиях (до 20 Мэв [4]). Отметим, что $n-\alpha$ -потенциал

является нелокальным даже в том случае, когда нуклон-нуклонное взаимодействие является локальным [2]. Мы примем гипотезу зарядовой симметрии и будем считать, что $n-\alpha$ и $p-\alpha$ взаимодействия описываются одним и тем же потенциалом [2].

Нелокальные факторизующиеся потенциалы выберем следующим образом:

$$(\vec{p} | V_{np} | \vec{p}') = -\frac{\lambda}{m} g(p) g(p'), \quad (\vec{p} | V_{na} | \vec{p}') = -\frac{\lambda_0}{m} f(p) f(p'); \quad (1)$$

для функций $g(p)$ и $f(p)$ будем брать выражения

$$g(p) = (\beta^2 + p^2)^{-1}, \quad f(p) = (\beta_0^2 + p^2)^{-1}. \quad (2)$$

Параметры этих потенциалов были определены, с одной стороны, из $n-p$ задачи [3], а с другой, из $n-\alpha$ -рассеяния при малых энергиях [4]. Эти параметры имеют следующие значения:

$$2\pi^2\lambda = 2,695 \beta^3, \quad \beta = 6,255 \alpha; \quad 2\pi^2\lambda_0 = 5 \beta_0^3, \quad \beta_0 = 5,5 \alpha. \quad (3)$$

Параметр α , известный из теории дейтрона, имеет значение $\alpha = 0,2316 f^{-1}$. Координатная волновая функция основного состояния L_i^0 будет иметь следующий вид [1]:

$$\Psi = \Psi^{(1)}(\vec{k}_{23}, \vec{p}_1) + \Psi^{(1)}(\vec{k}_{31}, \vec{p}_2) + \Psi^{(3)}(\vec{k}_{12}, \vec{p}_3),$$

где

$$\Psi^{(1)}(\vec{k}_{23}, \vec{p}_1) = \lambda_0 \left(\gamma^2 + \frac{5}{8} k_{23}^2 + \frac{3}{5} p_1^2 \right)^{-1} f(\vec{k}_{23}) \Phi(\vec{p}_1), \quad (4)$$

$$\Psi^{(3)}(\vec{k}_{12}, \vec{p}_3) = \lambda \left(\gamma^2 + k_{12}^2 + \frac{3}{5} p_3^2 \right)^{-1} g(\vec{k}_{12}) \varphi(\vec{p}_3), \quad (5)$$

$\varepsilon = \frac{\gamma^2}{m}$ — энергия связи основного состояния. Так как нейтрон и протон

находятся в триплетном состоянии, то $\Psi^{(3)}(\vec{k}_{12}, \vec{p}_3) = \Psi^{(3)}(-\vec{k}_{12}, \vec{p}_3)$.

В силу формул (8) работы [1] в случае L_i^0 ($m_1 = m_2 = m$, $m_3 = 4m$, $\lambda_{23} = \lambda_{31} \equiv \lambda_0$, $\lambda_{12} \equiv \lambda$, $M = 6m$) функции $\Phi(\vec{p})$ и $\varphi(\vec{p})$, которые определяются выражениями

$$\Phi(\vec{p}) = \int f(\vec{x}) \Psi(\vec{x}, \vec{p}) d\vec{x}, \quad \varphi(\vec{p}) = \int g(\vec{x}) \Psi(\vec{x}, \vec{p}) d\vec{x}, \quad (6)$$

удовлетворяют системе интегральных уравнений

$$\Lambda_0(p) \Phi(p) = \lambda_0 \int \Gamma^{-1} \left(\vec{x} + \frac{\vec{p}}{5}, \vec{p} \right) f \left(\vec{p} + \frac{\vec{x}}{5} \right) f \left(\vec{x} + \frac{\vec{p}}{5} \right) \Phi(\vec{x}) d\vec{x} + \\ + \lambda \int \Gamma^{-1} \left(\vec{x} + \frac{4\vec{p}}{5}, \vec{p} \right) g \left(\vec{p} + \frac{\vec{x}}{2} \right) f \left(\vec{x} + \frac{4\vec{p}}{5} \right) \varphi(\vec{x}) d\vec{x}, \quad (7)$$

$$\Lambda(p) \varphi(p) = 2\lambda_0 \int \Gamma^{-1} \left(\vec{p} + \frac{4\vec{x}}{5}, \vec{x} \right) g \left(\vec{x} + \frac{\vec{p}}{2} \right) f \left(\vec{p} + \frac{4\vec{x}}{5} \right) \Phi(\vec{x}) d\vec{x}, \quad (8)$$

где
$$\Gamma(x, p) = \gamma^2 + \frac{5}{8} k^2 + \frac{3}{5} p^2, \quad (9)$$

а
$$\Lambda_o(p) = 1 - \lambda_o O_o(p), \quad \Lambda(p) = 1 - \lambda O(p), \quad (10)$$

$$O(p) = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{g^2(x) d\bar{x}}{\gamma^2 + x^2 + \frac{3}{8} p^2}, \quad O_o(p) = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{f^2(x) d\bar{x}}{\gamma^2 + \frac{5}{8} x^2 + \frac{3}{5} \bar{p}^2}. \quad (11)$$

Эту систему интегральных уравнений можно решать приближенными методами.

Первый метод приближения состоит в пренебрежении корреляцией между векторами $\bar{x} \bar{p}$ [5]. Это значит, что, например, вместо $g\left(\bar{x} + \frac{\bar{p}}{2}\right)$

и $\Gamma^{-1}\left(\bar{x} + \frac{\bar{p}}{5}, \bar{p}\right)$ рассматриваем выражения

$$\begin{aligned} g\left(\bar{x} + \frac{\bar{p}}{2}\right) &\approx \beta^{-2} g(x) g\left(\frac{p}{2}\right), \quad \Gamma^{-1}\left(\bar{x} + \frac{\bar{p}}{5}, \bar{p}\right) \approx \\ &\approx \gamma^2 \left(\gamma^2 + \frac{5}{8} x^2\right)^{-1} \left(\gamma^2 + \frac{5}{8} p^2\right)^{-1} \end{aligned} \quad (12)$$

и т. д.

В этом приближении для функций $\varphi(p)$ и $\Phi(p)$ легко получаем

$$\varphi(p) = C \frac{g(p/2) f(p)}{\left(\gamma^2 + \frac{5}{8} p^2\right) \Lambda(p)}, \quad (13)$$

$$\Phi(p) = A \frac{g(p) f\left(\frac{4}{5} p\right)}{\left(\gamma^2 + p^2\right) \Lambda_o(p)} + B \frac{f(p) f\left(\frac{p}{5}\right)}{\left(\gamma^2 + \frac{5}{8} p^2\right) \Lambda_o(p)}, \quad (14)$$

где постоянные A, B, C определяются формулами

$$C = 2\lambda^2 (\gamma\beta\beta_o)^2 \int_{-\infty}^{+\infty} (\gamma^2 + x^2)^{-1} g(x) f\left(\frac{4}{5} x\right) \Phi(x) d\bar{x}, \quad (15)$$

$$B = \lambda_o \gamma^2 \beta_o^4 \int_{-\infty}^{+\infty} \left(\gamma^2 + \frac{5}{8} x^2\right)^{-1} f(x) f\left(\frac{x}{5}\right) \Phi(x) d\bar{x}. \quad (16)$$

$$A = \lambda (\gamma \beta_0 \beta)^2 C \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{g^2 \left(\frac{x}{2} \right) f^2(x) d\bar{x}}{\left(\gamma^2 + \frac{5}{8} x^2 \right) \left(\gamma^2 + \frac{5}{8} x^2 \right) \Lambda(x)}. \quad (17)$$

Для получения уравнения собственных значений энергии, которое свяжет параметр γ с известными параметрами потенциала, необходимо функцию $\Phi(\beta)$ из (14) подставить в (16) и (17); кроме того, если вместо $\Lambda(\beta)$ и $\Lambda_0(\beta)$ взять их максимальные значения, получим

$$ab(H_1^2 - H_2 H_3) = \Lambda(0) \Lambda_0(0) \left[\Lambda_0(0) - b H_3 - \frac{a}{\Lambda(0)} H_2 \right], \quad (18)$$

где

$$a = 2\lambda \lambda_0 (\gamma \beta_0 \beta)^4 \chi(\gamma), \quad b = \lambda_0 \beta_0^4 \gamma^2, \quad (19)$$

$$\chi(\gamma) = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{g^2 \left(\frac{x}{2} \right) f^2(x) d\bar{x}}{\left(\gamma^2 + \frac{5}{8} x^2 \right)^2} \quad (20)$$

$$\begin{aligned} H_1(\gamma) &= \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{g(x) f\left(\frac{4}{5}x\right) f(x) f\left(\frac{1}{5}x\right) d\bar{x}}{\left(\gamma^2 + x^2\right) \left(\gamma^2 + \frac{5}{8}x^2\right)}, \quad H_2(\gamma) = \\ &= \int \frac{g^2(x) f^2\left(\frac{4}{5}x\right) d\bar{x}}{\left(\gamma^2 + x^2\right)^2}, \quad H_3(\gamma) = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{f^2(x) f^2\left(\frac{1}{5}x\right) d\bar{x}}{\left(\gamma^2 + \frac{5}{8}x^2\right)^2}. \end{aligned} \quad (21)$$

Когда $g(x)$ и $f(x)$ даются выражением (2), все эти интегралы элементарны, и уравнение собственных значений (18) имеет явное выражение относительно $\gamma = \sqrt{m\epsilon}$.

Систему интегральных уравнений можно также решить в приближении Эйджица [6], которое для факторизующегося потенциала было применено В. Ф. Харченко [7].

Для иллюстрации этого метода рассмотрим систему трех тождественных частей. В этом случае имеем уравнение

$$C(\beta) \left[1 - \lambda O(\beta) \right] - 2\lambda \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{g\left(\bar{x} + \frac{1}{2}\bar{\rho}\right) g\left(\frac{1}{2}\bar{x} + \bar{\rho}\right) C(x) d\bar{x}}{\gamma^2 + \left(\bar{x} + \frac{1}{2}\bar{\rho}\right)^2 + \frac{3}{4}\bar{\rho}^2} = 0, \quad (22)$$

$$\text{где} \quad O(\beta) = \int \left(\gamma^2 + x^2 + \frac{3}{4}\beta^2 \right)^{-1} g^2(x) d\bar{x}. \quad (23)$$

В приближении Эйджица выведенное Харченко уравнение для собственных значений легко получается из (22), если положить $\vec{p}=0$; действительно, будем иметь

$$\lambda^{-1} = O(0) + 32\pi \int_0^{\infty} \frac{x^2}{(\gamma^2 + x^2)(4\beta^2 + x^2)(\beta^2 + x^2)} \frac{C(x)}{C(0)} dx. \quad (24)$$

Функция $C(x)$ является решением интегрального уравнения, получающегося из (22) после интегрирования по углам

$$C(p) = \lambda O(p) C(p) + 4\pi\lambda \int_0^{\infty} T(x, p, \gamma) C(x) x^2 dx, \quad (25)$$

где

$$T = \frac{1}{(xp)^2(b-a)(c-a)} \left\{ \ln \frac{a+1}{a-1} - \frac{c-a}{c-b} \ln \frac{b+1}{b-1} - \frac{b-a}{b-c} \ln \frac{c+1}{c-1} \right\}, \quad (26)$$

а величины a, b, c определяются следующим образом:

$$\text{axp} = \gamma^2 + x^2 + p^2, \quad \text{bxp} = \beta^2 + x^2 + \frac{p^2}{4}, \quad \text{cxp} = \beta^2 + p^2 + \frac{x^2}{4}. \quad (27)$$

Согласно Эйджицу, в качестве функции нулевого приближения берется функция, соответствующая трем не взаимодействующим частицам, т. е.

$$\Psi^{(0)}(k, p) = \left(\gamma^2 + x^2 + \frac{3}{4} p^2 \right)^{-1}, \quad (30)$$

что для $C(p)$ -функции, которая определена формулой [1]

$$C(\vec{p}) = \int g(\vec{x}) \Psi(\vec{x}, \vec{p}) d\vec{x}, \quad (31)$$

даст

$$C^{(0)}(p) = 2\pi^2 \beta \left(\beta + \sqrt{\gamma^2 + \frac{3}{4} p^2} \right)^{-1}. \quad (32)$$

Выясним теперь физический смысл уравнения (24). Согласно формуле (23), $O(0) = \lambda^{-1}$ совпадает с уравнением собственных значений для двух частиц

$$\lambda^{-1} = \int (\alpha^2 + x^2)^{-1} g^2(x) d\vec{x}, \quad (\alpha^2 = m\varepsilon_0). \quad (33)$$

Следовательно, когда второй член в правой части выражения (24) равняется нулю, уравнение собственных значений соответствует ситуации, когда корреляция существует только между двумя частицами, а третья находится в бесконечности ($\vec{p}=0$), и второй член учитывает роль ненулевых импульсов.

Вернемся к нашей задаче и получим уравнение собственных значений для проблемы Li^6 .

Как мы отметили, для получения уравнения собственных значений в приближении Эйджиза—Харченко достаточно в (7) положить $\tilde{p} = 0$; получим

$$\frac{1}{\lambda_0} = O_0^{(6)} + 4\pi \int_0^{\infty} \left[\frac{2\gamma}{2\gamma\beta_0^2 + x^2} \frac{\Phi(x)}{\Phi(0)} + \frac{4}{4\beta^2 + x^2} \left(\frac{\lambda\varphi(x)}{\lambda_0\Phi(0)} \right) \right] \frac{x^2 dx}{(\gamma^2 + \frac{5}{8}x^2)(\beta_0^2 + x^2)}. \quad (34)$$

Функции $\Phi(x)$ и $\varphi(x)$ удовлетворяют уравнениям, легко получающимся из (7) и (8) после интегриации по углам

$$\begin{aligned} \Lambda(p) \varphi(p) - 4\pi\lambda_0 \int_0^{\infty} N(x, p, \gamma) \Phi(x) x^2 dx &= 0, \\ \Lambda_0(p) \Phi(p) - 50\pi\lambda_0 \int_0^{\infty} L(x, p, \gamma) \Phi(x) x^2 dx &- \\ - \frac{5\pi\lambda}{4} \int_0^{\infty} M(x, p, \gamma) \varphi(x) x^2 dx &= 0. \end{aligned} \quad (35)$$

N , L и M -функции определяются формулой (26), где a , b , c соответственно определяются следующим образом:

$$\begin{aligned} a\text{xp} &= \gamma^2 + x^2 + \frac{5}{8}p^2, \quad b\text{xp} = \beta^2 + x^2 + \\ &+ \frac{p^2}{4}, \quad c\text{xp} = \frac{5}{8}\beta_0^2 + \frac{5}{8}p^2 + \frac{2}{5}x^2; \end{aligned} \quad (36)$$

$$\begin{aligned} a\text{xp} &= 4\gamma^2 + \frac{5}{2}x^2 + \frac{5}{2}p^2, \quad b\text{xp} = \frac{5}{2}\beta_0^2 + \frac{5}{2}p^2 + \frac{x^2}{10}, \\ c\text{xp} &= \frac{5}{2}\beta_0^2 + \frac{5}{2}x^2 + \frac{p^2}{10}; \end{aligned} \quad (38)$$

$$\begin{aligned} a\text{xp} &= \gamma^2 + \frac{5}{8}x^2 + p^2, \quad b\text{xp} = \beta^2 + p^2 + \frac{x^2}{4}, \\ c\text{xp} &= \frac{5}{8}\beta_0^2 + \frac{5}{8}x^2 + \frac{2}{5}p^2. \end{aligned} \quad (39)$$

Для функции нулевой итерации $\Phi^{(0)}$ и $\varphi^{(0)}$ с помощью формул (30) будем иметь

$$\begin{aligned} \Phi^{(0)}(x) &= \frac{16}{5} \pi^2 \left(\beta_0 + \sqrt{\frac{8}{5} \gamma^2 + \frac{24}{25} x^2} \right)^{-1}, \quad \varphi^{(0)}(x) = \\ &= \frac{16}{5} \pi^2 \left(\beta + \sqrt{\frac{8}{5} \gamma^2 + \frac{24}{25} x^2} \right)^{-1}. \end{aligned} \quad (39)$$

Решения уравнения (18) были найдены приближенно с помощью вычислительной машины. Это уравнение имеет несколько корней, наименьший из которых имеет значение $\alpha = \frac{\gamma}{\beta_0} = 0,28$, соответствующее энергии связи 4,9 Мэв. Если учесть, что кулоновская энергия приблизительно равна 1 Мэв, то теоретическое значение энергии связи нейтрона и протона с α -частицей в Li^6 близко к действительному значению $\epsilon = 3,71$ Мэв.

Этот результат показывает, что нелокальный факторизирующийся потенциал с параметрами, определенными из эксперимента по рассеянию, можно успешно применять для изучения свойств легких ядер.

Считаю своим приятным долгом поблагодарить проф. В. Г. Соловьева и Б. С. Калинин за интерес к работе.

Тбилисский государственный
университет

(Поступило в редакцию 22.4.1963)

შიზიპა

ბ. ზილავშილი

ფაქტორიზებადი პოტენციალის გამოყენება Li^6
ატომგულისათვის

რ ე ზ ი შ მ ე

აღრე მიღებული შედეგები სამი ნაწილაკის სისტემისათვის, რომლებიც ურთიერთქმედებენ არალოკალური ფაქტორიზებადი პოტენციალებით, გამოყენებულია Li^6 ატომგულის ძირითადი მდგომარეობის ენერჯის განსასაზღვრავად. Li^6 გული წარმოიდგინება როგორც სამნაწილაკობრივი სისტემა: $\alpha + n + p$. პოტენციალის პარამეტრები არჩეულია, ერთი მხრივ, $n - p$ და, მეორე მხრივ, $n - \alpha$ გაფანტვის ექსპერიმენტებიდან. ინტეგრალური განტოლების მიახლოებითი მეთოდით ამოხსნით ნაპოვნია Li^6 ატომგულის ძირითადი მდგომარეობის ენერჯია, რომელიც კარგ თანხმობაშია ექსპერიმენტულ მნიშვნელობასთან.

დასრულებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Г. А. Чилашвили. Задача трех негождественных частиц, взаимодействующих с нелокальным факторизующимся потенциалом. Сообщения АН ГССР, XXXIII:1, 1963.
2. P. H. Wackman, N. Austern. A three-body model of L^p . Nucl. Phys., 39, 1962, 529.
3. Y. Yamaguchi. Two-nucleon problem when the potential is non-local but separable. Phys. Rev., 95, 1954, 1628.
4. A. N. Mitra, V. S. Bhasin and B. S. Bhakar. A „potential“ for low energy α -N interaction. Nucl. Phys., 38, 1962, 316.
5. A. N. Mitra. Three-body problem with separable potentials Nucl. Phys., 32, 1962, 529.
6. E y g e s. Quantum mechanical three-body problem. Phys. Rev., 121, 1961, 1744.
7. В. Ф. Харченко. Задача связанного состояния трех нуклонов. УФЖ, т. VII, № 6, 1962, 582.

ფიზიკა

მ. ტიმოფეევა, კ. ლუღვიძრი, თ. ცაცხლაძე

HPT-2000 რეაქტორის სითბური ნეიტრონების ნაკადის
გაზომვა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ე. ანდრონიკაშვილმა 2.10.1963)

უკანასკნელ წლებში საგრძნობლად გაფართოვდა რეაქტორების გამოყენება რადიაციულ-ქიმიური გამოკვლევებისათვის. რეაქტორი იძლევა საშუალებას მიღებულ იქნეს დიდი დოზები, რომლებიც იწვევს ნივთიერების მნიშვნელოვან დაშლას. მაგრამ რეაქტორის გამოსხივების სპექტრი რთულია და ენერჯის დიამაზონი საკმაოდ ფართოა. რეაქტორში გასხივებული ნიმუშის მიერ მიღებული დოზა, უმეტეს შემთხვევაში, არ შეიძლება შეფასებულ იქნეს საკმაოდ ზუსტად ერთი რომელიმე დოზიმეტრის საშუალებით. გარდა ამისა, რეაქტორებისათვის დღევანდლამდე არაა გადაწყვეტილი ნეიტრონებისა და გამა-გამოსხივების დოზათა განცალკევებული გაზომვის საკითხი.

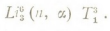
ამჟამად რეაქტორის გამოსხივების დოზიმეტრიის მიზნით იონიზაციურ მეთოდებთან ერთად გამოიყენება სხვადასხვა ქიმიური სისტემები. კარგად შესწავილ და ფართოდ გამოიყენებულ ქიმიურ დოზიმეტრს წარმოადგენს „ფეროსულფატური“ დოზიმეტრი, რომელიც პირველად წამოაყენეს ფ რ ი კ ე მ და მ ო რ ზ ე მ, ხოლო დაამუშავა მილერმა [1]. მეთოდი დამყარებულია ფეროსულფატის რადიაციულ-ქიმიურ გარდაქმნაზე ფეროსულფატად. აღნიშნული დოზიმეტრი წარმოადგენს ორვალენტოვანი რკინის სულფატის 10^{-3} — $5 \cdot 10^{-3}$ მოლარულ ხსნარს 0,4 მოლარულ გოგირდმკვავაში, რომელიც შეიცავს ნატრიუმის ქლორიდის 1 მილიმოლს და გაჯერებულია ჰაერით. რენტგენისა და გამაგამოსხივების ზეგავლენით აღნიშნულ დოზიმეტრში წარმოებს გარდაქმნა:



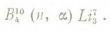
რომლის რადიაციულ-ქიმიური გამოსავალი შეადგენს $15,6 \frac{\text{იონს}}{100 \text{ ეგ}}$. ფეროსულფატის დოზიმეტრის ჩვენებანი სუსტადაა დამოკიდებული ტემპერატურისაგან [2, 3]. Fe^{2+} კონცენტრაციის განსაზღვრა მოხერხებულია ჩატარდეს სპექტროფოტომეტრზე $\lambda=304$ — $305 \mu\mu$ —არეში. ექსტინქციის მოლარული კოეფიციენტი 20° -ზე შეადგენს 2136 ± 36 .

რენტგენისა და გამა-გამოსხივების დოზათა გაზომვის ქვედა ზღვარს $20^{\circ}C$ დროს შეადგენს 3000 რადი. ზედა ზღვარი შემოსაზღვრულია ხსნარში გახსნილი ჟანგბადის კონცენტრაციით და შეადგენს 40 000 რადს [5].

ფეროსულფატის დოზიმეტრისათვის ლითიუმისა და ბორის მარილების დამატების შემთხვევაში შესაძლებელია გაიზომოს სითბური ნეიტრონების დოზა. პირველად ასეთი დოზიმეტრული სისტემა წამოაყენეს სილანდმა და ერენბერგმა. ხსნარში მყოფი ლითიუმი შედის რეაქციაში სითბურ ნეიტრონთან და წარმოქმნის ალფა ნაწილაკს და თრითიუმს, რომლებიც ახდენენ არის იონიზაციას:



ანალოგიურად ბორი, სითბური ნეიტრონების ზეგავლენით, წარმოქმნის ალფა ნაწილაკს და ლითიუმს



შუღერმა და ბარმა ექსპერიმენტულად განსაზღვრეს რადიაციულ-ქიმიური გამოსავალი G შემომოყვანილი რეაქციებისათვის, კერძოდ, ლითიუმის გახლეჩის რეაქციისათვის [7]:

$$G = 5,69 \pm 0,12 \frac{\text{იონი}}{100 \text{ ევ}} .$$

ამრიგად, ფეროსულფატური დოზიმეტრი ლითიუმის მარილის გარეშე გაძლიერებს ორვალენტოვანი რკინის გარდაქმნის სიდიდეს გამა-გამოსხივებისა და ჩქარი ნეიტრონების ზეგავლენით. ხოლო თუ ხსნარს დავუმატებთ ლითიუმის მარილს, მაშინ მისი გაშუქება იწვევს რკინის გარდაქმნას, რომელიც განპირობებულია არა მარტო გამა-გამოსხივებისა და ჩქარი ნეიტრონების მოქმედებით, არამედ რეაქტორის სითბური ნეიტრონების ნაკადის მოქმედებითაც.

მეორე და პირველ შემთხვევაში ჩვენებათა სხვაობა შეესაბამება Fe^{2+} რაოდენობას, რომელიც სითბური ნეიტრონების ნაკადის ხარჯზე წარმოიშვა.

ფეროსულფატის ხსნარში ლითიუმის მარილის დამატებისას შთანთქმის მოლარული კოეფიციენტი იზრდება 2 500-მდე.

სითბური ნეიტრონების ნაკადი შეიძლება გამოითვალოს ფორმულით

$$\Phi = \frac{N_T}{N_{Li} \sigma \cdot t} , \tag{1}$$

სადაც N_T არის თრითიუმისა და α -ნაწილაკების ბირთვთა რიცხვი, რომლებიც წარმოიქმნებიან გაშუქების პერიოდში ერთ მილილიტრ ხსნარში, N_{Li} —ლითიუმის ბირთვების რაოდენობა ერთ მილილიტრში, σ —ლითიუმის მიერ სითბური ნეიტრონების შთანთქმის განივკვეთი, t —გაშუქების დრო წამობით.

თავისთავად

$$N_T = \frac{G \cdot N}{G (Fe^{2+}) E_{T+\alpha}} , \tag{2}$$

სადაც

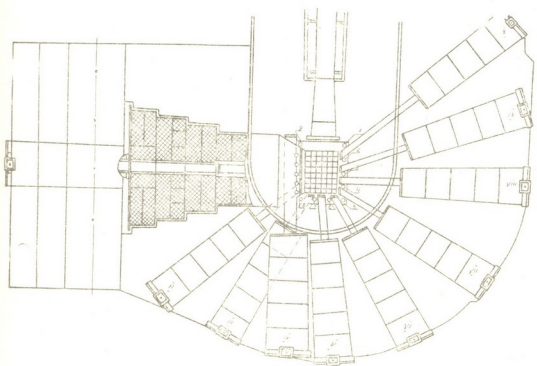
C არის Fe^{2+} იონების კონცენტრაცია მოლი/მლ ერთეულებში,

N — ავოგადროს რიცხვი,

$G(Fe^{2+})$ არის Fe^{2+} წარმოქმნის რადიაციულ-ქიმიური გამოსავალი, რომელიც ტოლია $5,69 \pm 0,12$.

$E_{T+\alpha}$ — თრითიუმისა და α — ნაწილაკთა ენერგია ელექტრონ ვოლტებით.

წინამდებარე შრომაში მოყვანილია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტის ИРТ-2000 რეაქტორის სითბური ნეიტრონების ნაკადის განსაზღვრის შედეგები 1000 კეტ სიმძლავრის პირობებში, რომელიც უზრუნველყოფილი იყო არა უმეტეს 1% გადახრით მარეგისტრირებელი ხელსაწყოების ჩვენების მიხედვით.



ნახ. 1. ИРТ-2000 რეაქტორის ვერტიკალური და ჰორიზონტალური არხების სქემა. არაბული ციფრები — ვერტიკალური არხები, რომელიც — ჰორიზონტალური

ქიმიური დოზიმეტრის საშუალებით მიღებული სითბური ნეიტრონების გაზომვის შედეგები შედარებულია ოქროს ფოლგის გააქტიურების მეთოდით მიღებულ შედეგებთან.

როგორც ცნობილია, სითბური ნეიტრონების ნაკადის განსაზღვრა ოქროს ფოლგაში წარმოქმნილი რადიაქტივობით, წარმოადგენს სტანდარტულ ეტალონურ მეთოდს, მაგრამ ეს მეთოდი ყოველდღიურ სწრაფ გაზომვათა საჭიროების შემთხვევაში სიძნელეებთან არის დაკავშირებული. ოქროს აქტიობის განსაზღვრისათვის აუცილებელია დანადგარი, რომელიც განსაზ-

ღვრავს β - γ თანხვედრას კრისტალური და ზარისებრი მთვლელებით. ამავე დროს ქიმიური დოზიმეტრული გაზომვა გაცილებით მარტივია და დაიყვანება Fe^{3+} კონცენტრაციის განსაზღვრაზე, პრაქტიკულად, გასხივებისთანავე.

სითბური ნეიტრონების ნაკადის გაზომვა ხელოვნურად გააქტიურებულ ოქროს ფოლგის საშუალებით წარმოებდა შემდეგნაირად: თითოეული გაზომვისათვის გამოსაკვლევ ნაკადში თავსდებოდა ორი ოქროს სამიზნე, რომელთაგან ერთ-ერთი დაფარული იყო ერთმილიმეტრიანი კადმიუმის ეკრანით, ხოლო მეორე უშუალოდ შუქდებოდა გასასომ ნაკადში. რადგანაც ღია ფოლგის აქტივობა გამოწვეული იყო ნეიტრონების მთლიანი სპექტრით, ხოლო კადმიუმით დაფარული ფოლგის აქტივობა J_{cd} მხოლოდ იმ ნეიტრონებით, რომელთა ენერგია 0,04 ევ აღემატებოდა, ამიტომ სხვაობა $J - J_{cd}$ გვაძლევს ხელოვნურ აქტივობას, გამოწვეულს მხოლოდ სითბური ნეიტრონებით. სითბური ნეიტრონების ნაკადი

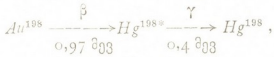
$$n\sigma = \Phi = \frac{J_0 - J_{cd}}{P\sigma(1 - e^{-t})}, \quad (3)$$

სადაც

J_0 და J_{cd} ღია და კადმიუმით დაფარული სამიზნე ოქროს ფოლგების აბსოლუტური ხვედრითი აქტივობებია გასხივების შემწყვეტის მომენტში;

- ρ —1 გრამ ოქროში არსებულ ატომთა რიცხვი,
- σ —ოქროს აქტივაციის კვეთა სითბური ნეიტრონებისათვის ($\sigma = 2200$ მ²/წ),
- λ —ოქროს დაშლის მუდმივა,
- t —გაშუქების დრო.

აქტიური ოქროს ბეტა-დაშლას თან სდევს გამა-გამოსხივება



რადგანაც β ნაწილაკსა და გამა-ქვანტს შორის ადგილი არ აქვს არავითარ კუთხურ ან ენერგეტიკულ კორელაციას, ამიტომ ცდის განმავლობაში მომზადარი დაშლის საშუალო \bar{N} აქტიდან β მთვლელი (არამგრძნობიარე γ ქვანტების მიმართ) აღრიცხავს β ნაწილაკების შემდეგ რიცხვს:

$$\bar{N}_\beta = q_\beta \bar{N}. \quad (4)$$

გამა მთვლელი (არამგრძნობიარე β ნაწილაკების მიმართ) დაითვლის \bar{N}_γ ქვანტს:

$$\bar{N}_\gamma = q_\gamma \bar{N}. \quad (5)$$

q_β და q_γ უცნობებია და წარმოადგენენ ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელ აღრიცხვის ეფექტურობებს, რომლებიც დაკავშირებულნი არიან დანადგარის

გომეტრიასთან მოცემული ენერჯის ნაწილაკისათვის ცალკეული მთვლელის ეფექტურობასთან და ა. შ. თუ ცალკეული მთვლელებით ანათვლების რეგისტრაციასთან ერთად განესაზღვრავთ თანხვედრის რიცხვს და მხედველობაში მივიღებთ, რომ

$$\bar{N}_{\beta\gamma} = q_{\beta} \cdot q_{\gamma} \cdot \bar{N}, \quad (6)$$

მაშინ ადვილად მოენახავთ დაშლათა კემმარიტ რიცხვს შემდეგი გამოსახულების საშუალებით:

$$\bar{N} = \frac{\bar{N}_{\beta} \cdot \bar{N}_{\gamma}}{\bar{N}_{\beta\gamma}} \quad (7)$$

მთვლელების კვების წყაროდ გამოყენებული იყო სტაბილიზებული გამმართველი BC-16. გამა არხში გამოყენებული იყო სცინტილაციური მთვლედი $NaI(Tl)$ კრისტალით, რომლის სისქე 23 მმ და $\Phi \approx V-19 M$, ხოლო β არხში ნაწილი გაზომვებისა ჩატარდა ზარისებური მთვლელებით MCT-17, რომლებიც შემდგომ შეცვლილი იქნა სცინტილაციური მთვლელებით (სტილბენი). აქტივობის დათვლა თითოეულ არხში წარმოებდა ИС-10 000 ტიპის გადამთვლელ დანადგარზე. თანხვედრის რეგისტრაცია წარმოებდა „МНОИИЯ“-ს ტიპის დანადგარზე.

თითოეულ არხში თანხვედრის სქემის ნორმალური დატვირთვისათვის საშინესა და მთვლელებს შორის მანძილი იცვლებოდა 15-20 მმ ფარგლებში.

Au^{198} β დაშლის აბსოლუტური რიცხვის თითოეული გაზომვისას $\beta-\gamma$

თანხვედრის რიცხვი სწორდებოდა $\gamma-\gamma$ თანხვედრის თანაარსებობაზე და შემთხვევით თანხვედრაზე, აგრეთვე შეგვექონდა შესწორება β მთვლელის მიერ γ გამოსხივების აღრიცხვაზე.

β მთვლელის მიერ $\gamma-\gamma$ თანხვედრისა და γ ფონის აღრიცხვის შეფასების მიზნით ხდებოდა მთვლელის ეკრანირება 2 მმ. ალუმინის ფილტრით, რომელიც საკმარისია Au^{198} -ის β ნაწილაკების ჩასაჭერად.

ცხრილი 1

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტის IPT-2000 რეაქტორის სითბური ნეიტრონების ნაკადი ვერტიკალურ არხებში, გაზომილი კმინორი დოზიმეტრისა და ოქროს ფოლგის აქტივაციის მეთოდით

	გაზომვის ადგილი	კმინორი დოზიმეტრით გაზომილი ნეიტრონების ნაკადი $\times 10^{-12}$ სმ ² მპ ² სმ ⁻²	აქტივაციის მეთოდით გაზომილი ნეიტრონების ნაკადი $\times 10^{-12}$ სმ ² მპ ² სმ ⁻²	ოქროს ფოლგის მეთოდით გაზომილი ნეიტრონების ნაკადისა და $\beta-\gamma$ თანხვედრის ნაკადის ნაშთი $\times 10^{-12}$ სმ ² მპ ² სმ ⁻²
ცენტრალური არხი № 2	27 ± 2	27 ± 9	27,0	
„ № 3	5,7 ± 0,2	7,8 ± 2,2	5,7	
„ № 4	6,9 ± 0,2	5,5 ± 1,6	6,5	
„ № 5	—	3,2 ± 0,8	3,2	
„ № 6	1,2 ± 0,1	1,4 ± 0,4	1,2	
„ № 7	3,8 ± 0,3	2,8 ± 0,8	3,6	
„ № 8	3,5 ± 0,4	4,1 ± 1,1	3,7	
„ № 9	2,8 ± 0,1	2,6 ± 0,8	2,7	
„ № 9	2,9 ± 0,6	1,3 ± 0,4	1,8	

გეომეტრიასთან მოცემული ენერგიის ნაწილაკისათვის ცალკეული მთვლელების ეფექტურობასთან და ა. შ. თუ ცალკეული მთვლელებით ანათვლების რეგისტრაციასთან ერთად განესაზღვრავთ თანხვედრის რიცხვს და მხედველობაში მივიღებთ, რომ

$$\bar{N}_{\beta\gamma} = q_{\beta} \cdot q_{\gamma} \cdot \bar{N}, \quad (6)$$

მაშინ ადვილად მოენახავთ დაშლათა ჰემმარიტ რიცხვს შემდეგი გამოსახულების საშუალებით:

$$\bar{N} = \frac{\bar{N}_{\beta} \cdot \bar{N}_{\gamma}}{\bar{N}_{\beta\gamma}} \quad (7)$$

მთვლელების კვების წყაროდ გამოყენებული იყო სტაბილიზებული გამმართველი BC-16. გამა არხში გამოყენებული იყო სცინტილაციური მთვლელი NaI (Tl) კრისტალით, რომლის სისქე 23 მმ და $\Phi_{\text{ЭМ}}=19 \text{ М}$, ხოლო β არხში ნაწილი გაზომვებისა ჩატარდა ზარისებური მთვლელებით MCT-17, რომლებიც შემდგომ შეცვლილ იქნა სცინტილაციური მთვლელებით (სტილბენი). აქტივობის დათვლა თითოეულ არხში წარმოებდა ПС-10 000 ტიპის გადამთვლელ დანადგარზე. თანხვედრის რეგისტრაცია წარმოებდა „ЯМ-1011А“-ს ტიპის დანადგარზე.

ცხრილი 1

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტის IPT-2000 რეაქტორის სითბური ნეიტრონების ნაკადი ვერტიკალურ არხებში, გაზომილი ქიმიური დოზიმეტრისა და ოქროს ფოლგის აქტივაციის მეთოდით

გაზომვის ადგილი	ქიმიური დოზიმეტრით გაზომილი ნეიტრონების ნაკადი ნეიტრონი $\times 10^{-12}$ სმ ² წმ	აქტივაციის მეთოდით გაზომილი ნეიტრონების ნაკადი ნეიტრონი $\times 10^{-12}$ სმ ² წმ	ორივე მეთოდის მონაცემბიდან მიღებული უახლესი მიწვევლობა ნული ნეიტრონების ნაკადის ნეიტრონი $\times 10^{-12}$ სმ ² წმ
ცენტრალური არხი № 2	27 ± 2	27 ± 9	27,0
" № 3	5,7 ± 0,2	7,8 ± 2,2	5,7
" № 4	6,9 ± 0,2	5,5 ± 1,6	6,5
" № 5	—	3,2 ± 0,8	3,2
" № 6	1,2 ± 0,1	1,4 ± 0,4	1,2
" № 7	3,8 ± 0,3	2,8 ± 0,8	3,6
" № 8	3,5 ± 0,4	4,1 ± 1,1	3,7
" № 9	2,8 ± 0,1	2,6 ± 0,8	2,7
" № 9	2,9 ± 0,6	1,3 ± 0,4	1,8

თითოეულ არხში თანხვედრის სქემის ნორმალური დატვირთვისათვის საზომისა და მთვლელებს შორის მანძილი იცვლებოდა 15—20 მმ ფარგლებში.

Au^{198} β დაშლის აბსოლუტური რიცხვის თითოეული გაზომვისას β — γ

თანხვედრის რიცხვი სწორდებოდა γ — γ თანხვედრის თანაარსებობაზე და შემთხვევით თანხვედრაზე, აგრეთვე შეგვეკონდა შესწორება β მთვლელის მიერ γ გამოსხივების აღრიცხვაზე.

β მთვლელის მიერ γ — γ თანხვედრისა და γ ფონის აღრიცხვის შეფასების მიზნით ხდებოდა მთვლელის ეკრანირება 2 მმ. ალუმინის ფილტრით, რომელიც საკმარისია Au^{198} -ის β ნაწილაკების ჩასაქვრად.

ზარისებური მთვლელის MCT—17 გამა-ფონი საშუალოდ შეადგენს აღრიცხული პ ნაწილაკების 2,5% -ს, ხოლო სტილბენის სცინტილაციური მთვლელისათვის გამა-ფონი 3—5% -ია. ჩვენს შემთხვევაში გამა-გამა თანხედრისა და კოსმოსური გამოსხივების ფონი შეადგენს დაახლოებით 3%-ს, ხოლო შემთხვევითი თანხედრის რიცხვი, როდესაც გარჩევის დრო 1 მიკროსეკუნდია, არ აღემატება 4% -ს და, როგორც წესი, შეადგენდა პ—γ თანხედრის საერთო რიცხვის 1% -ს.

ოქროს გამა-გამოსხივების შინაგანი კონვერსიის შედეგად წარმოქმნილი კონვერსიული ელექტრონების შთანთქმის მიზნით პ მთვლელსა და სამიზნეს შორის თავსდება 400 მიკრონი სისქის ალუმინის ფილტრი. ჯ გაზომვის დროში აღრიცხული სიდიდეებიდან N_{γ} , N_{β} , $N_{\beta\gamma}$ გამოირიცხებოდა ფონი. ნიმუშების ხვედრითი აქტივობანი, დაყვანილი გაშუქებიდან ოქროს მოხსნის მომენტისათვის, ითვლებოდა ფორმულით

$$J_0 = \frac{(N_{\gamma} - N_{\gamma\Phi}) (N_{\beta} - N_{\beta\Phi})}{(N_{\beta\gamma} - N_{\beta\gamma\Phi}) t_{\text{გაზ.}} P} e^{\lambda t}, \quad (8)$$

სადაც P სამიზნეს წონაა. ეს ფორმულა არ ითვალისწინებს აქტივობის შემცირებას გაზომვის დროის განმავლობაში, რადგანაც შეგვიძლია მისი უგულ-

ცხრილი 2

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტის IPI-2000 რეაქტორის სითბური ნეიტრონების ნაკადი ჰორიზონტალურ არხებში, გაზომილი ოქროს აქტივაციის მეთოდით

გაზომვის ადგილი	სითბური ნეიტრონების ნაკადი	
	ნეიტრონი	$\times 10^{-12}$
	სმ ² წმ	
ჰორიზონტალური არხი № 1		5,6 ± 1,2
" № 3		1,2 ± 0,2
" № 3		1,3 ± 0,2
" № 5		1,2 ± 0,2
" № 9		1,4 ± 0,3
" № 10		3,9 ± 0,9

ვებელყოფა. 1 ცხრილში მოყვანილია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტის IPI-2000 რეაქტორის სითბური ნეიტრონების ნაკადის განსაზღვრის მონაცემები ქიმიური დოზიმეტრიის მეთოდისა და ოქროს ფოლგის აქტივაციის განსაზღვრის საფუძველზე. მეორე ცხრილში მოყვანილია სითბური ნეიტრონების ნაკადთა სიდიდეები რეაქტორის ჰორიზონტალური არხებისათვის, რომლებიც გაზომილია ოქროს ფოლგის გააქტიურების მეთოდით. ნახაზზე მოყვანილია IPI-2000 ტიპის რეაქტორის ვერტიკალური და ჰორიზონტალური არხების სქემა.

1 ცხრილში მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ქიმიური დოზიმეტრიის მეთოდით გაზომილი სითბური ნეიტრონების ნაკადთა მონაცემები კარგად ემთხვევა აბსოლუტური მეთოდით მიღებული გაზომვების შედეგებს.

მიღებულ სიდიდეებს შორის მაქსიმალური განსხვავება არ აღემატება 35%-ს და, როგორც წესი, გაცილებით ნაკლებია. ამასთანავე, ქიმიური დოზიმეტრიის ექსპერიმენტის სიმარტივე და სითბური ნეიტრონების შთანთქმის დოზის განსაზღვრის შესაძლებლობა ნებისმიერი გეომეტრიული ფორმის ნიმუშისათვის გვაძლევს უფლებას რეკომენდებულ იქნეს ქიმიური დოზიმეტრია, როგორც მეთოდი ბირთვული რეაქტორის არხებში სითბური ნეიტრონების ნაკადის ყოველდღიური და სწრაფი განსაზღვრისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ფიზიკის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 2.10.1963)

ФИЗИКА

Э. Е. ТИМОФЕЕВА, Р. Б. ЛЮДВИГОВ, Т. В. ЦЕЦХЛАДЗЕ

ИЗМЕРЕНИЕ ПОТОКОВ ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ НА РЕАКТОРЕ ИРТ-2000

Р е з ю м е

Поток тепловых нейтронов в горизонтальных и вертикальных каналах реактора Института физики АН ГССР был измерен двумя методами: методом активации золотой фольги и методом химической дозиметрии. Полученные результаты показывают хорошее согласие. Метод химической дозиметрии экспериментально проще, он дает возможность определить поглощенный поток нейтронов образцами любой геометрии и поэтому может быть рекомендован для установления величины дозы тепловых нейтронов.

დავითიშვილი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Nicolas Miller. Quantitative Studies of Induced Reactions in Aqueous Solution. Oxidation of Ferrous Sulfate by x and γ -Radiation. J. Chem. Phys., 18, 1952, 79.
2. Harold A. Schwarz. Temperature Coefficients of the Radiation Induced Oxidation of Ferrous Sulfate. J. Am. chem. Soc., 76, 1954, 1587.
3. Д. Вейс, А. Аллен, Г. Шварц. Материалы международной конференции по мирному использованию атомной энергии, т. 14, Женева, 1958.
4. Robert H. Schuler and N. F. Barr. Oxidation of Ferrous Sulfate by Ionizing Radiations from (n, α) Reactions of Boron and Lithium. J. Am. Chem. Soc., 78, 1958, 5756.
5. Robert H. Schuler, Augustine O. Allen. Radiation Chemistry Studies with Cyclotron Beams of Variable Energy: Yields in Aerated Ferrous Sulfate Solution. J. Am. Chem. Soc., 79, 1957, 1565.



ГЕОФИЗИКА

Л. С. ЧАНТУРИШВИЛИ

О ПРИРОДЕ ВЫЗВАННОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Мирианашвили 11.5.1963)

При снятии постоянного электрического тока в земле наблюдается спад остаточного поля. Это свойство пород давать обратный к первичному ток используется в электроразведке и получило название метода вызванной поляризации (ВП).

Ниже дается попытка объяснить это явление с современных позиций электрохимии относительно контактных процессов на границе электролита с твердой средой.

Не нарушая общности рассуждения, рассмотрим наиболее простой случай, когда контакт представлен в виде плоскости, расположенной нормально к токовым линиям. Площадь контакта обозначим через S .

В отсутствии внешнего поля на приемных электродах наблюдается разность потенциалов поля поляризации самопроизвольной (ПС). Обозначим интенсивность тока ПС через $I_{пс}$. Этот ток хорошо изучен в электрохимии. Он определяется электродным потенциалом и зависит от активности растворителя и растворимого, концентрации электролита и пр. На контакте существует двойной потенциальный слой, в диффузионной части которого и происходит стационарный процесс обмена зарядами между катионами и анионами растворителя и растворимого.

После приложения поля процесс обмена зарядами усиливается, происходит изменение концентрации электролита от двойного слоя в глубь раствора, приэлектродный слой «беднеет» активными ионами. Слой, в котором происходит уменьшение концентрации электролита при наличии внешнего поля, называется диффузионным.

Очевидно, при выключении внешнего поля диффузионный слой должен исчезнуть. Надо полагать, что этот нестационарный процесс исчезновения слоя и определяет поле ВП[Г].

Таковы общие соображения, которые положены в основу расчетов поля ВП.

Теперь перейдем к вычислению функции спада. С этой целью запишем условие сохранения заряда для диффузионного слоя:

$$\operatorname{div} j = - \frac{\partial Q^*}{\partial t}, \quad (1)$$

где j — плотность тока, Q^* — плотность зарядов в единице объема v , в нашем случае в 1 моле.

Уравнение (1) можно записать следующим образом: $\frac{\partial I}{\partial x} = -\frac{s}{v} \frac{\partial Q}{\partial t}$.

$$\text{Но } I = \frac{\partial Q}{\partial t} \alpha \quad \text{Тогда} \quad \frac{\partial \frac{\partial Q}{\partial t}}{\frac{\partial Q}{\partial t}} = -\frac{s' \partial x}{v}.$$

Слева будем иметь относительное изменение силы тока, которое оказывается пропорциональным уменьшению мощности диффузионного слоя.

Интегрируя уравнение вдоль всего слоя, получаем

$$\ln I_{\text{вн}} = -\frac{sl}{v} + \text{const.}$$

При $l=0$, $\ln I_{\text{вн}} \equiv \ln I_{\text{ис}} = \text{const.}$ Поэтому

$$I_{\text{вн}} = I_{\text{ис}} e^{-\frac{sl}{v}}. \quad (2)$$

Следуя уравнению (2), можем утверждать, что там, где поле ПС интенсивное, должно наблюдаться также интенсивное поле ВП. Кроме того, чем мощнее диффузионный слой, тем слабее $I_{\text{вн}}$.

Теперь заменим l эквивалентной величиной. Для этого будем предполагать, что l — это приведенная мощность диффузионного слоя. Считая последний «конденсатором», можем написать $U = \frac{4\pi\sigma}{\epsilon} l$. Здесь σ — плотность зарядов на «обкладках конденсатора». Положим, что не заряды вытекают из «конденсатора», а уменьшается расстояние между обкладками последнего ([2], стр. 17).

$$\text{Тогда } \sigma = \frac{U_{\text{max}}}{4\pi l_0} \epsilon \text{ и, следовательно, } l = l_0 \frac{U}{U_{\text{max}}}.$$

l_0 — максимальная мощность диффузионного слоя, которая определяется для каждого частного случая и зависит в основном от концентрации электролита; U_{max} — перепад потенциала на приемных электродах в момент выключения тока. Но $\eta = \frac{U}{U_{\text{max}}}$ — принятый в методе ВП параметр. Тогда уравнение (2) примет вид

$$I_{\text{вн}} = I_{\text{ис}} e^{-\frac{sl_0}{v} \eta}. \quad (3)$$

Очевидно, что $\eta = f(t)$.

(⁴ Будем подразумевать, что все ионы отдают свои заряды на электродах. Такое предположение дает основание воспользоваться, как это будет показано ниже положением из теории абсолютных скоростей.

Для установления вида $f(t)$ воспользуемся аналогией со скоростями электродных процессов ([3] стр. 327) и найдем

$$I_{\text{нп}} = I_{\text{нс}} \frac{\delta c}{c_0} \frac{F U_a}{RT}, \quad (4)$$

где δc — избыток катионов (или анионов), F — число Фарадея, U_a — энергия потенциального барьера, c_0 — начальная концентрация электролита, R — газовая постоянная, T — абсолютная температура.

Приравнявая (3) и (4), для η будем иметь

$$\eta = - \frac{v l_0}{s} \frac{\delta c}{c_0} \frac{F U_a}{RT}. \quad (5)$$

Таким образом, задача свелась к нахождению δc , для нахождения которого следует применить уравнение диффузии

$$\frac{\partial^2 \delta c}{\partial x^2} = D \frac{\partial \delta c}{\partial t}. \quad (6)$$

По аналогии с задачей для стержня ([4], стр. 611) можем рассмотреть случай, наиболее приближающийся к нашим граничным условиям.

Действительно, если в среде проходит ток в течение времени τ , то на контакте концентрация электролита равна нулю. После же выключения тока концентрация $c = c_0$ ⁽¹⁾. Решение уравнения (6) в этом случае будет

$$\delta c(x, t) = \begin{cases} 0, & \text{при } t > \tau; \\ c_0 \left[1 - \Theta \left(\frac{x}{2\sqrt{D(t-\tau)}} \right) \right], & \text{при } t > \tau, \end{cases}$$

где D — коэффициент диффузии, Θ — интеграл вероятности.

Подставляя найденное значение δc в (5), получаем

$$\eta = - \frac{v l_0}{s} \frac{F U_a}{RT} \left[1 - \Theta \left(\frac{x}{2\sqrt{D(t-\tau)}} \right) \right]. \quad (7)$$

Из формулы (7) видно, что на приемных электродах

$$|\eta|_{x=0} = \frac{v l_0}{s} \frac{F U_a}{RT}.$$

Когда электролит содержит активный фон, тогда, помимо диффузионного, существует ток утечки, и, следовательно, в момент выключения внешнего поля на приемных электродах перепад потенциала должен быть представлен в виде суммы

$$U_{\text{нп}} \Big|_{\text{при } t=\tau} = \varphi_A - \varphi_K + I \mathfrak{R},$$

где φ_A и φ_K — соответственно потенциалы анода и катода, I — сила омического тока, \mathfrak{R} — сопротивление электролита ([5], стр. 97).

⁽¹⁾ Необходимо помнить, что в действительности при выключении (включении) тока концентрация не может мгновенно принимать значение, равное c_0 (0). Следовательно, приводимое далее решение является лишь приближенным ([5], стр. 88).

Но

$$|\varphi_A - \varphi_k| = U_{\max} \frac{vl_0}{S} \frac{FU_a}{RT}.$$

Поэтому окончательно

$$\eta = - \left(\frac{vl_0}{S} \frac{FU_a}{RT} + \frac{\Re I}{U_{\max}} \right) \left[1 - \Theta \left(\frac{x}{2\sqrt{D(t-\tau)}} \right) \right]. \quad (8)$$

Входящие в формулу (8) величины можно найти из соответствующих таблиц.

Величина l_0 вводится нами впервые. Для ее вычисления воспользуемся следующей задачей ([5], стр. 92).

Если ток с плотностью j проходит в электролите, тогда значение концентрации в приэлектродном слое в момент времени t будет

$$C(x, t) = C_0 + \frac{2j}{nF} \sqrt{\frac{t}{\pi D}} e^{-\frac{x^2}{4Dt}} + \frac{2jx}{nDF \sqrt{\pi}} \int_x^{\infty} e^{-y^2} dy,$$

где n — валентность ионов электролита.

В приэлектродном слое концентрация электролита со временем убывает и при $t=t_0 = \frac{4DC_0^2 n^2 F^2}{4j}$ ток с плотностью j проходить не будет.

Поскольку $I_{\text{диф}} = nDF \frac{\partial c}{\partial x}$, очевидно, что

$$\frac{I_{\text{диф}}}{I} = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_{l_0}^{\infty} e^{-y^2} dy \quad (9)$$

является условием, позволяющим найти l_0 с некоторым приближением.

Для практических целей следовало бы принять некоторые условия. Так, например, при «зарядке» грунта ток I брать от батарей и наблюдать за его спадом. То время, в течение которого I уменьшится в e раз, считать равным t_0 . Тогда соотношение (9) окажется критерием для расчета параметра l_0 .

Соотношению (9) можно придать удобный для расчета вид

$$\frac{I_{\text{диф}} \text{ при } t=0.1 \text{ сек}}{I} = 1 - \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_{l_0}^{\infty} e^{-y^2} dy. \quad (10)$$

Интеграл в правой части соотношения (10) табулирован. Поэтому всегда можно найти то значение l_0 , при котором правая часть равенства (10) даст наблюдаемое соотношение диффузионного тока к току зарядки.

Чем меньше I_0 , тем больше $I_{\text{дифф}}$.

Но согласно работе [5] (стр. 62), минимальный предел диффузионного слоя порядка 10^{-3} — 10^{-2} см. Величина максимального диффузионного тока для этого случая будет порядка 1 мА , если принять $D = I \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{сек}$, $I = 2 \text{ А}$ и $n = 2$.

Если коэффициент диффузии увеличивается, $I_{\text{дифф}}$ также растет.

Исходя из вышеизложенного о природе ВП можно сделать следующие предположения.

1. Вызванная поляризация является следствием диффузионных процессов, возникающих на контакте твердой среды с электролитом.

2. Чем более концентрирован раствор ионами, передающими заряд на контакте, тем сильнее эффект ВП.

3. Фон, т. е. нейтральные ионы в растворе, очевидно, снижают поле ВП.

Однако, согласно формуле (8), если фоном является электролит с потерями, амплитуда параметра η увеличивается. Чем сильнее омический ток, тем выше амплитуда η и, следовательно, круче спад кривой.

4. Увеличение влажности среды снижает поле ВП. На месторождениях с обильными грунтовыми водами заметный эффект поляризации не наблюдается.

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

(Поступило в редакцию 11.5.1963)

გეოფიზიკა

ლ. მანბუკიშვილი

გამოწვეული პოლიარიზაციის ბუნების შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

მუდმივი ელექტრული დენი ქანებში იწვევს პროცესებს, რომლის შედეგად აღინიშნება ველის გარდნა დენის გამორთვის მომენტიდან. ეს მოვლენა გამოყენებულია ელექტროძიებაში და ცნობილია როგორც გამოწვეული პოლიარიზაციის მეთოდი.

გამოწვეული პოლიარიზაციის ბუნება ნაკლებადაა შესწავლილი. ჩვენ ამ მოვლენას ვუკავშირებთ დიფუზიის მყარი და თხიერი გარემოს კონტაქტზე. ამისათვის წარმოვიდგინეთ სრულიად მარტივ სურათს, როდესაც კონტაქტი S ფართის ბრტყელი სიბრტყითაა მოცემული. ეს სიმარტივე არ ახდენს გავლენას მსჯელობის ზოგადობაზე და შემოღებულია მხოლოდ გამოთვლების გასამარტივებლად.

ვეყრდნობით მუხტის მუდმივობის კანონს და გამოგვეყავს კარგად ცნობილი წესი ერთეულ მოცულობიდან მუხტების გამოდინებისა. შემდგომ ამისა,

ვიყენებთ აასოლუტური სიჩქარეების დებულებას ელექტროქიმიიდან და კვლავ ვწერთ მუხტების გამოდინების წესს უკვე სხვა პარამეტრებთან დაკავშირებით. მათი ურთიერთ გატოლება იძლევა η -ის (8) გამოსახულებას, სადაც

η ცნობილი პარამეტრია ელექტროდიებაში. კერძოდ, $\eta = \frac{U}{U_{max}}$; აქ U_{max} — მიმღებ ელექტროდებზე პოტენციალთა სხვაობაა გამორთვის მომენტში, ხოლო U — გამორთვიდან 0,1 სექუნდის შემდეგ.

ფორმულაში შემავალი სიდიდეები ცნობილი არიან გარდა I_0 -სა, რომელიც გამოსახავს კონტაქტზე მიმდებარე ელექტროლიტის ნულოვანი კონცენტრაციის შრის სიმძლავრეს.

ცხადია, რომ I_0 ისეთივე პარამეტრია, როგორც, მაგალითად, დიფუზიის კოეფიციენტი D , ელექტროლიტის წინააღმდეგობა R და სხვა. ამ პარამეტრის გამოსათვლელად შემოყვანილია (10), რომელიც საშუალებას იძლევა დიფუზიური დენის დამუხტავ დენთან შეუარდება დაეუკავშიროთ ალბათობის ინტეგრალს — Θ -ს.

ჩატარებული კვლევის შედეგად შეგვიძლია გამოვთქვათ ზოგიერთი მოსაზრება, გამოწვეული პოლარიზაციის ბუნების შესახებ.

1. გამოწვეული პოლარიზაცია შედგება დიფუზიური მოვლენებისა, რომელიც მიმდინარეობენ ელექტროლიტისა და მყაიი გარემოს გამყოფ ზედაპირზე;

2. რაც უფრო დიდია ელექტროლიტის კონცენტრაცია ელექტროდზე გადასცემი მუხტის იონებით, მით უფრო ინტენსიურია გამოწვეული პოლარიზაციის ველი;

3. ფონი, ანუ ნეიტრალური იონები ამცირებენ გამოწვეულ პოლარიზაციას, ხოლო იმ შემთხვევაში, როდესაც ფონი ხასიათდება დიდი ომური გამტარებლობით, პარამეტრი η მით უფრო დიდია, რაც უფრო მძლავრია ომური დენი;

4. ტენიანობის სიჭარბე ნიადაგში ამცირებს გამოწვეული პოლარიზაციის ველს. საბადოებზე, სადაც უხედაა ნიადაგის წყლები, გამოწვეული პოლარიზაციის მეთოდის გამოყენება ეფექტს არ უნდა იძლეოდეს.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. J. Wait. Overvoltage Research and Geophysical Applications. London, 1959.
2. Дж. Стреттон. Теория электромагнетизма. Гостехиздат, М., 1948.
3. С. Глесстон. Введение в электрохимию. ИИЛ, М., 1951.
4. В. И. Смирнов. Курс высшей математики, т. II. Госиздат технической литературы. М.—Л., 1950.
5. А. Н. Фрумкин, В. С. Багоцкий, З. А. Иофа, Б. Н. Кабанов. Кинетика электродных процессов. Изд-во Московского университета, 1952.



ГЕОФИЗИКА

Л. С. ЧОТОРЛИШВИЛИ

О РАСЧЕТЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВЫ, ПОКРЫТОЙ СНЕГОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Мирианшвили 12.9.1963)

Снежный покров, как достаточно хороший теплоизолятор, оказывает большое влияние на температурный режим почвы. Задача о расчете температуры почвы, покрытой снегом, впервые была поставлена А. Ф. Дюбюком и А. С. Мониним [1]. В дальнейшем этот вопрос был развит М. Е. Берляндом [2], Л. Б. Гутманом [3] и Т. И. Лаппо [4]. Во всех этих работах не учитывается проникновение солнечной радиации в толщу снежного покрова. Известно, что снежный покров хорошо пропускает коротковолновую и не пропускает длинноволновую радиацию [5]. Этим он создает «парниковый эффект» для почвы, предохраняя ее от радиационного выхолаживания и пропуская на поверхность почвы солнечную радиацию.

Процесс распространения тепла в приземном слое воздуха, в снегу и в почве описывается уравнениями

$$\frac{\partial T_1}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} k(z) \frac{\partial T_1}{\partial z}, \quad 0 < z < H, \quad (1)$$

$$\frac{\partial T_2}{\partial t} = k_2^2 \frac{\partial^2 T_2}{\partial z^2} + \frac{\delta \beta}{e_2 \rho_2} J e^{-\beta z}, \quad 0 < z < h, \quad (2)$$

$$\frac{\partial T_3}{\partial t} = k_3^2 \frac{\partial^2 T_3}{\partial z^2}, \quad h < z < \infty, \quad (3)$$

где T_1 , T_2 и T_3 — температура приземного слоя воздуха, снега и почвы соответственно; k_2^2 и k_3^2 — коэффициенты температуропроводности снега и почвы; e_2 и ρ_2 — теплоемкость и плотность снега; J — суммарная солнечная радиация, приходящаяся на поверхность снежного покрова; δ — альbedo поверхности снежного покрова; β — коэффициент ослабления солнечной радиации в толще снежного покрова; $k(z)$ — коэффициент турбулентности, для которой примем модель, предложенную М. Е. Швецом [2]:

$$k(z) = \begin{cases} \kappa + \mu z, & z < H, \\ \kappa + \mu H_1, & z < H_1, \end{cases} \quad (4)$$

где κ — коэффициент молекулярной диффузии воздуха; μ — параметр, характеризующий рост $k(z)$; H_1 — высота излома $k(z)$; h — глубина снежного покрова; t — время и z — вертикальная координата. Начало координат поместим на поверхности снега и направим ось z для воздуха вверх и для снега и почвы вниз.

В уравнении (2) второе слагаемое правой части выражает эффект, вызванный поглощением солнечной радиации в толще снежного покрова.

Будем искать отклонение температуры от начального равновесного значения. Ясно, что начальные условия для отклонения температуры будут нулевые. Граничные условия будут следующие:

1. На высоте метеорологической будки H задается температура воздуха.

$$\tau = H, \quad T = T_H(t), \quad (5)$$

2. На поверхности снежного покрова задается равенство температуры снега и воздуха и условие теплового баланса.

$$\tau = 0, \quad T_1 = T_2 = T_0(t), \quad (6)$$

$$-c_p \rho \lambda \frac{\partial T}{\partial \tau} - \lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial \tau} + E_{эф} = 0, \quad (7)$$

где c_p и ρ — теплоемкость и плотность воздуха; λ_2 — коэффициент теплопроводности снега и $E_{эф}$ — эффективное излучение с поверхности снежного покрова. В условие (7) не входит коротковолновая радиация, так как она учитывается в уравнении (2).

3. На поверхности почвы задается равенство температуры снега и почвы и условие теплового баланса.

$$\tau = h, \quad T_2 = T_3, \quad (8)$$

$$\lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial \tau} - \lambda_3 \frac{\partial T_3}{\partial \tau} = R, \quad (9)$$

где λ_3 — коэффициент теплопроводности почвы; R — солнечная радиация, которая проникает сквозь снежный покров и достигает поверхности почвы. Так как проникновение солнечной радиации в толщу снежного покрова имеет вид [5]

$$J(\tau) = J(0) e^{-\beta \tau},$$

то ясно, что

$$R = \beta J(0) e^{-\beta \tau}. \quad (10)$$

4. С глубиной температура почвы стремится к равновесной:

$$\tau = \infty, \quad T_3 = 0. \quad (11)$$

Задачу решаем операционным методом, применяя преобразование Лапласа. Для операционных изображений введем обозначения

$$\bar{\Phi}(\tau, p) = \int_0^{\infty} \Phi(\tau, t) e^{-pt} dt. \quad (12)$$

В работе [2] показано, что процесс распространения тепла в приземном слое воздуха является квазистационарным процессом и уравнение (1) можно заменить уравнением

$$\frac{\partial}{\partial \tau} k(\tau) \frac{\partial T_1}{\partial \tau} = 0. \quad (13)$$

Применяя преобразование Лапласа к уравнениям (13), (2) и (3), получаем обыкновенные дифференциальные уравнения

$$\frac{d}{d\zeta} (\kappa + \mu\zeta) \frac{d\bar{T}_1}{d\zeta} = 0, \quad (14)$$

$$k_2^2 \frac{d^2 \bar{T}_2}{d\zeta^2} - \rho \bar{T}_2 = - \frac{\partial \beta}{c_2 \rho_2} \bar{J} e^{-\beta \zeta}, \quad (15)$$

$$k_2^2 \frac{d^2 \bar{T}_3}{d\zeta^2} - \rho \bar{T}_3 = 0. \quad (16)$$

Граничные условия соответственно будут:

$$1) \quad \zeta = H, \quad \bar{T}_1 = \bar{T}_H; \quad (17)$$

$$2) \quad \zeta = 0, \quad \bar{T}_1 = \bar{T}_2 = \bar{T}_0, \quad (18)$$

$$- \kappa c_p \rho \frac{d\bar{T}_1}{d\zeta} - \lambda_2 \frac{d\bar{T}_2}{d\zeta} + \bar{E}_{3\Phi} = 0; \quad (19)$$

$$3) \quad \zeta = h, \quad \bar{T}_2 = \bar{T}_3, \quad (20)$$

$$\lambda_2 \frac{d\bar{T}_2}{d\zeta} - \lambda_3 \frac{d\bar{T}_3}{d\zeta} = \bar{R}; \quad (21)$$

$$4) \quad \zeta = \infty \quad \bar{T}_3 = 0. \quad (22)$$

Решение уравнений (14), (15) и (16) с учетом (22) следующие:

$$\bar{T}_1 = \frac{A}{\mu} \ln(\kappa + \mu\zeta) + B, \quad (23)$$

$$\bar{T}_2 = C e^{\frac{\zeta}{k_2} \sqrt{\rho}} + D e^{-\frac{\zeta}{k_2} \sqrt{\rho}} + m e^{-\beta \zeta}, \quad (24)$$

$$\bar{T}_3 = E e^{-\frac{\zeta}{k_2} \sqrt{\rho}}, \quad (25)$$

где
$$m = \frac{\partial \beta}{c_2 \rho_2} \frac{\bar{J}}{\rho - k_2^2 \beta^2}.$$

Определяя E из условий (17) — (21), подставляя в уравнение (25) и производя элементарные преобразования, получаем изображение температуры почвы в виде ряда

$$\begin{aligned} \bar{T}_3(\rho, \zeta) = & \frac{\Lambda_2}{\Lambda_2 + \Lambda_3} \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n g^n \left[\frac{2b\bar{T}_H}{\Lambda_2 \sqrt{\rho} + b} \left(\frac{\Lambda_2 \sqrt{\rho} - b}{\Lambda_2 \sqrt{\rho} + b} \right)^n e^{-\alpha_{1n} \sqrt{\rho} \zeta} - \right. \\ & - \frac{2\bar{E}_{3\Phi}}{\Lambda_2 \sqrt{\rho} + b} \left(\frac{\Lambda_2 \sqrt{\rho} - b}{\Lambda_2 \sqrt{\rho} + b} \right)^n e^{-\alpha_{1n} \sqrt{\rho} \zeta} - \frac{2f\partial \bar{J}}{\rho - k_2^2 \beta^2} \frac{(\Lambda_2 \sqrt{\rho} - b)^n}{(\Lambda_2 \sqrt{\rho} + b)^{n+1}} e^{-\alpha_{1n} \sqrt{\rho} \zeta} + \\ & \left. + \frac{e^{-\beta \zeta}}{\Lambda_2} \left(\frac{\Lambda_2 \sqrt{\rho} - b}{\Lambda_2 \sqrt{\rho} + b} \right)^n \frac{\partial \bar{J}}{\sqrt{\rho} - k_2^2 \beta} e^{-\alpha_{2n} \sqrt{\rho} \zeta} + \right. \end{aligned}$$

$$+ \frac{e^{-\beta h}}{\Lambda_2} \left(\frac{\Lambda_2 \sqrt{p} - b}{\Lambda_2 \sqrt{p} + b} \right)^{n+1} \frac{\partial J}{\sqrt{p} - k_2 \beta} e^{-\alpha_{2n} \sqrt{p}}, \quad (26)$$

где $\Lambda_2 = c_2 \rho_2 k_2$; $\Lambda_3 = c_3 \rho_3 k_3$;
 $b = \frac{\rho c \rho_1^2}{\kappa + \mu H}$; $f = \frac{(\Lambda_2 \beta + b) \beta}{c_2 \rho_2}$; $g = \frac{\Lambda_3 - \Lambda_2}{\Lambda_3 + \Lambda_2}$;

$$\alpha_{1n} = (2n + 1) \frac{h}{k_2} + \frac{\bar{\chi} - h}{k_3};$$

$$\alpha_{2n} = 2n \frac{h}{k_2} + \frac{\bar{\chi} - h}{k_3};$$

$$\alpha_{3n} = 2(n + 1) \frac{h}{k_2} + \frac{\bar{\chi} - h}{k_3}.$$

При переходе пользуемся интегралом Дюамеля [6], оригинал находим из таблицы [7]. Беря наиболее часто встречающиеся значения физических параметров, интервал $t=1$ час. (при $t > 1$ час. оценка будет выполняться еще лучше), оценим слагаемые оригинала. Отбрасывая слагаемые, которые на порядок меньше остальных и производя элементарные расчеты, получаем

$$T_3(\bar{\chi}, t) = \frac{2\Lambda_2}{\Lambda_2 + \Lambda_3} \left[\int_0^t T_H(t-\tau) dG_1(\bar{\chi}, \tau) - \frac{1}{b} \int_0^t E_{\Phi}(t-\tau) p G_1(\bar{\chi}, \tau) \right] + \frac{1}{(\Lambda_2 + \Lambda_3) k_2 \beta} \int_0^t \partial J(t-\tau) dG_2(\bar{\chi}, \tau), \quad (27)$$

где

$$G_1(\bar{\chi}, \tau) = \sum_{n=0}^{\infty} g^n \left[\operatorname{erfc} \frac{\alpha_{1n}}{2\sqrt{\tau}} - \frac{\exp\left(-\frac{\alpha_{1n}^2}{4\tau}\right)}{\sqrt{\tau} \eta_{1n}} \right]; \quad (28)$$

$$G_2(\bar{\chi}, \tau) = \sum_{n=0}^{\infty} g^n \left\{ \frac{f}{r k_2 \beta} \left[2 \operatorname{erfc} \frac{\alpha_{1n}}{2\sqrt{\tau}} - e^{k_2^2 \tau} (e^{-\alpha_{1n} k_2 \beta} \operatorname{erfc} \zeta_{1n} + e^{\alpha_{1n} k_2 \beta} \operatorname{erfc} \zeta_{1n}^*) \right] - e^{-\beta h} \left[\operatorname{erfc} \frac{\alpha_{2n}}{2\sqrt{\tau}} + \operatorname{erfc} \frac{\alpha_{3n}}{2\sqrt{\tau}} - e^{k_2^2 \tau} (e^{-\alpha_{2n} k_2 \beta} \operatorname{erfc} \zeta_{2n} + e^{\alpha_{2n} k_2 \beta} \operatorname{erfc} \zeta_{2n}^*) \right] \right\}; \quad (29)$$

$$r = \frac{b}{\Lambda_2}; \quad \eta_{1n} = \frac{\alpha_{1n}}{2\sqrt{\tau}} + r\sqrt{\tau}; \quad (i = 1, 2, 3)$$

$$\zeta_{1n} = \frac{\alpha_{1n}}{2\sqrt{\tau}} - k_2 \beta \sqrt{\tau}; \quad \zeta_{1n}^* = \frac{\alpha_{1n}}{2\sqrt{\tau}} + k_2 \beta \sqrt{\tau}.$$

По формуле (27) можно рассчитать отклонение температуры почвы $T_3(\zeta, t)$ от начального равновесного значения. Чтобы получить истинную температуру, следует к отклонению температуры добавить начальное значение температуры.

Мы рассчитали три примера по данным метеорологических станций Сабакينو и Скра. Для физических параметров брали следующие значения (в системе CGS).

Сабакино:	$c_2 = 0,5$	$c_3 = 0,33$	$t = 54$ час. в первом примере
	$\rho_2 = 0,22$	$\rho_3 = 1,26$	
	$k_2^2 = 310^{-3}$	$k_3^2 = 410^{-3}$	$t = 85$ час. во втором примере
	$\beta = 0,236$	$h = 10$ см	
	$\zeta_0 = 0,2$ см		
Скра:	$c_2 = 0,5$	$c_3 = 0,20$	
	$\rho_2 = 0,18$	$\rho_3 = 1,40$	
	$k_2^2 = 310^{-3}$	$k_3^2 = 310^{-3}$	
	$\beta = 0,190$	$h = 4$ см	
	$\zeta_0 = 0,2$ см	$t = 62$ час.	

В табл. 1 приведены значения каждого слагаемого выражения (27) Интегралы вычислялись графически.

Таблица 1

Название станций	$a_1 \int_0^t T_H(t-\tau) dG_1$	$a_2 \int_0^t E_{3\Phi}(t-\tau) dG_1$	$a_3 \int_0^t \delta J(t-\tau) dG_2$
Сабакино 23-25/I	-1,26°C	-0,25°C	-0,44°C
1958 г. 30/I-3/II	-3,12°C	-1,08°C	-1,59°C
Скра 30/XI-3/II	-4,33°C	-4,38°C	-6,83°C
1959 г.			

a_i — коэффициенты, стоящие перед интегралами в выражении (27).

Из таблицы ясно, что при расчете температуры почвы необходимо учитывать проникновение солнечной радиации в толщу снежного покрова.

В табл. 2 приведены результаты расчета температуры почвы.

Таблица 2

Название станций	Глубина почвы h , см	T_{30}	$T_{3и}$	$T_{3р}$	$T_{3и}^o$	$T_{3р}^o$	$\frac{\Delta T}{ T_{3и} - T_{3и}^o }$	$\frac{\Delta T}{T_{3и}} \cdot 100$	
Сабакино	1	20	-0,9	-1,0	-1,07	-1,9	-1,97	0,07	7%
	2	20	-2,2	-2,8	-2,61	-5,0	-4,81	0,19	7%
Скра	10	10	2,0	-1,6	-1,78	0,4	0,22	0,18	11%

$T_{3и}$ и $T_{3р}$ — измеренное и рассчитанное значение отклонения температуры почвы; $T_{3и}^o$ и $T_{3р}^o$ — измеренное и рассчитанное значение температуры почвы; T_{30} — начальная температура почвы.

Как видно из таблицы, погрешность не превышает 11%, что говорит о том, что полученную формулу можно использовать для практических целей.

Расчеты примеров показали, что при определении можно ограничиться тремя членами разложения и формула (29) значительно упрощается при различных значениях глубины снежного покрова.

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

(Поступило в редакцию 12.9.1963)

გეოგრაფიკა

ლ. აბთორლიშვილი

თოვლით დაფარული ნიადაგის ტემპერატურის
გამოთვლის შესახებ

რეზიუმე

შრომში განხილულია თოვლით დაფარული ნიადაგის ტემპერატურის გამოთვლა. არსებული შრომებისაგან განსხვავებით, ამ შრომაში გათვალისწინებულია თოვლის საბურველში შეღწეული მზის რადიაციის გავლენა ნიადაგის ტემპერატურაზე. განხილულია სითბოგამტარებლობის სამედიანო ამოცანა: ჰაერის მიწისპირა ფენი, თოვლის საბურველი და ნიადაგი. მიღებულია ფორმულა, რომელიც გვაძლევს საშუალებას გამოვითვალოთ ნიადაგის ტემპერატურა. გამოთვლებმა გვაჩვენა, რომ აუცილებელია თოვლის საბურველში შეღწეული მზის რადიაციის გათვალისწინება და ამ უკანასკნელის გათვალისწინებით თეორიულად მიღებული ტემპერატურები კარგად ემთხვევა გაზომვებით მიღებულებს.

დავოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. Ф. Дюбюк, А. С. Моини. К прогнозу температуры почвы под снежным покровом. Труды Центр. ин-та прогнозов, в. 21 (48), Л., 1950.
2. М. Е. Бераянд. Предсказание и регулирование теплового режима приземного слоя атмосферы. Гидрометиздат, Л., 1956.
3. Л. Н. Гутман. О теории расчета температуры почвы. Труды Геофизического ин-та, № 37 (164), М., 1956.
4. Т. И. Лаппо. Метод расчета температуры почвы под снежным покровом. Труды ГГО, 71, 1957.
5. П. П. Кузьмин. Физические свойства снежного покрова. Гидрометиздат, Л., 1957.
6. М. А. Лаврентьев, Б. В. Шабат. Методы теории функций комплексного переменного. Госиздат, М., 1958.
7. В. А. Диткин, П. А. Кузнецов. Справочник по операционному исчислению. Госиздат технико-теоретической литературы, М.—Л., 1951.



ბიოფიზიკა

დ. კიკნაძე, შ. ჩიხრაძე

კოლხეთის დაბლობის დაბალმქვი ქანების
 სითბურთი თვისებების
 შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა მ. მირიანაშვილმა 12.9.1963)

დედამიწის განვითარებისა და მისი თანამედროვე მდგომარეობის შესწავლისას წამოჭრილ პრობლემათა შორის მისი თერმული ისტორია, მდგომარეობა და გამოვლინებანი ერთ-ერთ მნიშვნელოვან და ამავე დროს ნაკლებად დამუშავებულ პრობლემას წარმოადგენს. დედამიწის შინაგანი სითბოს წარმოშობისა და შენარჩუნების საკითხს არა მარტო თეორიული, არამედ დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს, ვინაიდან დედამიწის წიაღის უდიდესი სითბური მარაგი შეიძლება წარმატებით იქნეს გამოყენებული სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგში; გეოთერმული გამოკვლევები კი — სასარგებლო წიაღისეულის ძიებისა და ექსპლოატაციის დროს.

დედამიწის ღრმა ფენების სითბური მდგომარეობის შესწავლის ერთადერთი პირდაპირი საშუალება ღრმა ქაბურღილებსა და გვირაბებში ტემპერატურული გაზომვებია. საქართველოს სსრ ტერიტორიის გეოთერმული რეგიონის შესწავლის მიზნით მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკის ინსტიტუტში წარმოებს ქაბურღილებში ტემპერატურული გაზომვების მასალების დამუშავება. დამუშავება გულისხმობს ამ ქაბურღილებიდან აღებული კერნების ნიმუშების სითბური თვისებების შესწავლასაც, ვინაიდან გეოთერმული ველის სიდიდისა და განაწილების დადგენისათვის აუცილებელია სიღრმიდან ზედაპირისაკენ მომავალი სითბური ნაკადის $q = -\lambda \frac{du}{dx}$ ცოდნა (აქ $\frac{du}{dx}$ ქაბურღილში გაზომილი გეოთერმული გრადიენტია, ხოლო λ — იმ ქანების სითბოგამტარებლობის კოეფიციენტი, რომელშიც ეს გრადიენტია გაზომილი).

ამიტომ, სითბური ველის სტრუქტურა განისაზღვრება როგორც შინაგანი სითბოს წყაროების ფორმითა და განლაგებით, ისე შესასწავლ რაიონში გავრცელებული ქანების სითბური თვისებებითაც. სხვადასხვა ავტორის მიერ ჩატარებული გამოკვლევები ამ ფაქტს საესეებით ადასტურებს [1, 2, 3].

ქანების სითბური კოეფიციენტები სითბოგამტარებლობა λ , ტემპერატურაგამტარებლობა μ , სითბოტევადობა c , მკვეთრად და დამოკიდებული იმ პი-

რობებისაგან, რომელშიც ქანი იმყოფება, განსაკუთრებით სინოტივისა და ბზარიანობისაგან. ამით აიხსნება ის გარემოება, რომ ერთი და იგივე დასახელების ქანები სითბური თვისებებით შეიძლება საგრძნობლად განსხვავდებოდნენ ერთმანეთისაგან ერთსა და იმავე რაიონშიც კი. ამიტომ მსჯელობა ქანის „საშუალო“ სითბური კოეფიციენტების შესახებ ძალზე გაძნელებულია, ხოლო ლიტერატურაში არსებული მონაცემები—შეზღუდული [1, 4]. ზემოაღნიშნულის გამო, როგორც ინგლისელი გეოფიზიკოსი ბერჩი სამართლიანად შენიშნავს [3], ქანების სითბური კოეფიციენტების ცხრილებიდან აღებული მნიშვნელობების გამოყენება გეოფიზიკური ამოცანების გადაწყვეტისას ყოველთვის არ არის შესაძლებელი. სითბური თვალსაზრისით ნაკლებად არის შესწავლილი საქართველოს ტერიტორიის ქანებიც [4].

ქვემოთ მოცემულია კოლხეთის დაბლობზე გაყვანილი ჰაბურღილებიდან აღებული კერნების სითბური კოეფიციენტების ლაბორატორიული გამოკვლევების შედეგები.

კოლხეთის დაბლობი კავკასიონისა და აპარა-იმერეთის მთებს შორის მდებარეობს [5, 6], აქვს სამკუთხედის ფორმა და დაფარულია რამდენიმე ასეული მეტრის სისქის მქონე ახალგაზრდა ნალექებით. მის ცენტრალურ ნაწილში ყველაზე ძველ ჰორიზონტს წარმოადგენს 1000 მ სიმძლავრის აპტინეოკომის წყება, რომელიც ქვევიდან ზევით ქვიშაქვებით, ფხვიერი ცარცის-მაგვარი კირქვებით, მკვრივი, მაგარი კირქვებით, მერგელებით, ტუფოგენური ქვიშაქვებით, ტუფოგენური თიხებისა და კირქვების მორიგეობით არის წარმოდგენილი.

უფრო ზევით 450 მ სიმძლავრის სენომანური ნალექებია, რომლებიც თიხის შემცველი ტუფოგენური ქვიშაქვებით არის წარმოდგენილი. ცარცის ქრილი მთაგრდება ზედა ცარცის ნალექებით, რომელიც კირქვების, ქვიშაქვებისა და თიხების მორიგეობით არის წარმოდგენილი.

მესამეული ნალექები, რომელთა სიმძლავრე 650—2500 მ-ია, ნეოგენით არის წარმოდგენილი (მიო-პლიოცენი). ისინი თიხებისა და ქვიშაქვებისაგან შედგებიან; მეოთხეული ნალექები კი კოლხეთის დაბლობზე თიხებით, ქვიშებით, კონგლომერატებითა და როქნარით არის წარმოდგენილი.

ჰაბურღილებიდან აღებული ნიმუშები ძირითადად თიხებს, კირქვებსა და ქვიშაქვებს წარმოადგენს. წინასწარი მექანიკური დამუშავების შემდეგ გასაზომად შერჩეულ იქნა 51 ნიმუში. ამ ნიმუშებიდან 23 თიხაა, 14—კირქვა, 3—მერგელი, 8—ქვიშაქვა, 2—ტუფობრეკჩია და 1—ალეგროლიტი. ნიმუშები აღებულია ჰაბურღილებიდან, რომელთა სიღრმე ≈ 3300 მ-ია.

ამ ქანების თერმული თვისებების გამოკვლევებისათვის ჩვენ ავირჩიეთ რეგულარული სითბური რეჟიმის მეთოდები, კერძოდ, ორი ალფას მეთოდი. რეგულარული რეჟიმის თეორია დამუშავებულია საბჭოთა კავშირში პროფ. კონდრატევის მიერ [7]. ამ თეორიის მიხედვით განხორციელებული ექსპერიმენტები სიზუსტითა და სიმარტივით გამოირჩევა. ორი ალფას მეთოდი

რობებისაგან, რომელშიც ქანი იმყოფება, განსაკუთრებით სინოტივისა და ბზარიანობისაგან. ამით აიხსნება ის გარემოება, რომ ერთი და იგივე დასახელების ქანები სითბური თვისებებით შეიძლება საგრძნობლად განსხვავდებოდნენ ერთმანეთისაგან ერთსა და იმავე რაიონშიც კი. ამიტომ მსჯელობა ქანის „საშუალო“ სითბური კოეფიციენტების შესახებ ძალზე გამწვანებული, ხოლო ლიტერატურაში არსებული მონაცემები—შეზღუდული [1, 4]. ზემოაღნიშნულის გამო, როგორც ინგლისელი გეოფიზიკოსი ბერჩი სამართლიანად შენიშნავს [3], ქანების სითბური კოეფიციენტების ცხრილებიდან აღებული მნიშვნელობების გამოყენება გეოფიზიკური ამოცანების გადაწყვეტისას ყოველთვის არ არის შესაძლებელი. სითბური თვალსაზრისით ნაკლებად არის შესწავლილი საქართველოს ტერიტორიის ქანებიც [4].

ქვემოთ მოცემულია კოლხეთის დაბლობზე გაყვანილი ჭაბურღილებიდან აღებული კერნების სითბური კოეფიციენტების ლაბორატორიული გამოკვლევების შედეგები.

კოლხეთის დაბლობი კავკასიონისა და აპარა-იმერეთის მთებს შორის მდებარეობს [5, 6], აქვს სამკუთხედის ფორმა და დაფარულია რამდენიმე ასეული მეტრის სისქის მქონე ახალგაზრდა ნალექებით. მის ცენტრალურ ნაწილში ყველაზე ცველ ჰორიზონტს წარმოადგენს 1000 მ სიმძლავრის აპტინეოკომის წყება, რომელიც ქვევიდან ზევით ქვიშაქვებით, ფხვიერი ცარცის-მაგვარი კირქვებით, მკერივი, მაგარი კირქვებით, მერგელებით, ტუფოგენური ქვიშაქვებით, ტუფოგენური თიხებისა და კირქვების მორიგეობით არის წარმოდგენილი.

უფრო ზევით 450 მ სიმძლავრის სენომანური ნალექებია, რომლებიც თიხის შემცველი ტუფოგენური ქვიშაქვებით არის წარმოდგენილი. ცარცის ჭრილი მთავრდება ზედა ცარცის ნალექებით, რომელიც კირქვების, ქვიშაქვებისა და თიხების მორიგეობით არის წარმოდგენილი.

მესამეული ნალექები, რომელთა სიმძლავრე 650—2500 მ-ია, ნეოგენით არის წარმოდგენილი (მიო-პლიოცენი). ისინი თიხებისა და ქვიშაქვებისაგან შედგებიან; მეოთხეული ნალექები კი კოლხეთის დაბლობზე თიხებით, ქვიშებით, კონგლომერატებითა და როჰქნარით არის წარმოდგენილი.

ჭაბურღილებიდან აღებული ნიმუშები ძირითადად თიხებს, კირქვებსა და ქვიშაქვებს წარმოადგენს. წინასწარი მექანიკური დამუშავების შემდეგ გასაზომად შერჩეულ იქნა 51 ნიმუში. ამ ნიმუშებიდან 23 თიხაა, 14—კირქვა, 3—მერგელი, 8—ქვიშაქვა, 2—ტუფობრეკჩია და 1—ალეგროლიტი. ნიმუშები აღებულია ჭაბურღილებიდან, რომელთა სიღრმე ≈ 3300 მ-ია.

ამ ქანების თერმული თვისებების გამოკვლევისათვის ჩვენ ავირჩიეთ რეგულარული სითბური რეჟიმის მეთოდები, კერძოდ, ორი აღფას მეთოდი. რეგულარული რეჟიმის თეორია დამუშავებულია საბჭოთა კავშირში პროფ. კონდრატევის მიერ [7]. ამ თეორიის მიხედვით განხორციელებული ექსპერიმენტები სიზუსტითა და სიმარტივით გამოირჩევა. ორი აღფას მეთოდი

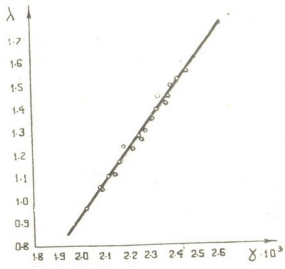


საშუალებას იძლევა ცდით განისაზღვროს ნიმუშის ორი სითბური კოეფიციენტი, ხოლო მესამე გამოითვლება დამოკიდებულებიდან

$$\lambda = ac\gamma,$$

სადა c ნიმუშის სიმკვრივეა. ორი ალფას მეთოდი ამრობირებულია ქანებისათვის და კარგ შედეგებს იძლევა [4].

მეთოდის იდეის მიხედვით საჭიროა წინასწარ გამთბარი ნიმუშისა და ეტალონის გაცივება შევისწავლოთ გარემოსთან სითბოცვლის ორ სხვადასხვა, მაგრამ მუდმივ პირობებში გაცივების პროცესის რეგულარულ სტადიაში, ე. ი. მაშინ, როცა ტემპერატურის საწყისი განაწილება უკვე აღარ ახდენს გავლენას გაცივების ხასიათზე. გაცივების ასეთ ორ რეჟიმად ჩვენ ავირჩიეთ ჰაერში ბუნებრივი და იძულებითი კონვექცია. ცდით განისაზღვრება რეგულარული გაცივების ტემპი m , რომელიც $\ln \Phi = f(\tau)$ სწორის დახრის კუთხის ტანგენს წარმოადგენს. აქ Φ გარემოსა და ნიმუშს (ან ეტალონს) შორის ტემპერატურათა სხვაობაა, ხოლო τ — მისი შესაბამისი დრო. სითბური კოეფიციენტების გამოთვლებისათვის საკმარისია ცდით განისაზღვროს რეგულარული გაცივების ოთხი ტემპის მნიშვნელობა: m_1, m_{1N} და m_2, m_{2N} ნიმუშისა და ეტალონისათვის გაცივების პირველ და მეორე რეჟიმში შესაბამისად.



ნახ. 1

აღწერილი მეთოდით ქანების ნიმუშების სითბური კოეფიციენტების გაზომვებმა გვიჩვენა, რომ ერთსა და იმავე ქანის სითბური კოეფიციენტები, მართალია, განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, მაგრამ იმდენად უმნიშვნელოდ, რომ მათ მიხედვით შესასწავლი რიონის დანალექი ქანების დიფერენციაცია მინც შესაძლებელია. მაგალითად, სითბოგამტარებლობის კოეფიციენტისა და ტემპერატურაგამტარებლობის მნიშვნელობათა ცვლილების საზღვრები თიხისათვის (1,60—1,10), (3,00, 10⁻³—2,5, 10⁻³), ქვიშაქვისათვის — (2,10—2,45), (4,7, 10⁻³—3,8, 10⁻³), კირქვისათვის—(2,50—2,64), (6,1, 10⁻³—5,1, 10⁻³), მერგელისათვის—(2,23—2,49) და (3,30, 10⁻³—5,00, 10⁻³), შესაბამისად, სითბოტევადობა ერთი და იმავე ქანის ნიმუშისათვის თითქმის მუდმივია (სიდიდეები გაზომილია ტექნიკურ ერთეულთა სისტემაში კკალ/მ.საათი.გრად., მ³/საათი).

ქანების სითბოგამტარებლობის კოეფიციენტი მკვეთრად არის დამოკიდებული მათი სიმკვრივისაგან. ჩვენს შემთხვევაში ეს დამოკიდებულება პირდაპირპროპორციულია. ნახ. 1-ზე ნაჩვენებია თიხის ნიმუშების სითბოგამტარებლობის კოეფიციენტის დამოკიდებულება სიმკვრივისაგან.

სითბური კოეფიციენტების გასაშუალებული მნიშვნელობები თვითეული ქანისათვის მოცემულია 1 ცხრილში. აქვე ნაჩვენებია ქანის ნიმუშის სიმკვრივის ცვლილების ფარგლები.

ცხრილი 1

№№	ქანი	λ $\frac{\text{კკალ}}{\text{მ. სათი. გრად.}}$	a $\frac{\text{მ}^2}{\text{სათი}} \times 10^{-3}$	c $\frac{\text{კკალ}}{\text{კგ. გრად.}}$	γ $\frac{\text{კგ}}{\text{მ}^3} \times 10^{-3}$
1	კირქვა	2,93	5,50	0,22	2,02—2,64
2	ქვიშაქვა	2,03	4,25	0,21	2,07—2,51
3	მერგელი	1,95	3,97	0,20	2,23—2,71
4	ბრეკჩია	1,80	2,60	0,20	2,49—2,50
5	თიხა	1,29	2,98	0,20	1,81—2,53
6	ალევიოლიტი	1,20	2,60	0,20	2,33

მიღებული შედეგები ადასტურებს იმ ფაქტს, რომ თიხები ქვიშაქვებთან შედარებით უფრო დაბალი სითბოგამტარებლობით ხასიათდება, ხოლო კირქვების სითბოგამტარებლობა შესწავლილი ქანებიდან ყველაზე მაღალია. გაცილებით უფრო სტაბილურია სხვადასხვა ქანის სითბოტევადობა. ჩვენ მიერ გაზომილი ქანებისათვის მისი საშუალო მნიშვნელობა 0,20—0,22 კკალ/კგ გრად. ფარგლებში იცვლება.

დასასრულ, აღვნიშნავთ, რომ ქანების სითბური კოეფიციენტების მიღებულმა მნიშვნელობებმა ჭაბურღილებში ტემპერატურულ გაზომვებთან ერთად შეიძლება მოგვეცეს შესასწავლი რაიონის—კოლხეთის დაბლობის—სრული გეოთერმული დახასიათება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 გეოფიზიკის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 19.9.1963)

ГЕОФИЗИКА

Д. А. КИКНАДЗЕ, Ш. Г. ЧИХРАДЗЕ

О ТЕПЛОВЫХ СВОЙСТВАХ ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД КОЛХИДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Резюме

Тепловые коэффициенты (теплопроводность λ , температуропроводность a , теплоемкость c) горных пород Колхидской низменности были изучены методами регулярного теплового режима. Образцами служили керны (глина, песчаник, мергель, известняк, брекчия, алевролит) из глубоких скважин. Измерен всего 51 образец. Результаты измерений показали, что тепловые коэффициенты различных горных пород сильно зави-

сят от плотности. Зависимость между λ и γ в нашем случае прямо пропорциональна. Глины характеризуются более низкой теплопроводностью ($\lambda=1,29$), чем песчаники ($\lambda=2,03$), а теплопроводность известняков равна $2,93$ ккал/м·час·град. Более стабильна теплоемкость различных пород, она меняется в пределах $0,20-0,22$ ккал/кг·град.

დასმონიერებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. С. А. Красковский. О некоторых очередных задачах геотермических исследований в СССР. Проблемы геотермии и практического использования тепла Земли. Изд. АН СССР, т. I, 1959, 116—125.
2. E. C. Bullard, E. R. Niblett. Terrestrial Heat Flow in England. m. n. Roy. Astron. Soc. Geophys. Suppl., 6, № 4, 1951, 222.
3. E. Birch. The Present State of Geothermal Investigations. Geophysics, 19, № 4, 1954.
4. Д. А. Кикнадзе. Определение тепловых свойств горных пород. Труды Института геофизики, т. XIX, 1960.
5. Г. К. Твалтвадзе, Г. Я. Мурусидзе. Отчет Колхидской сейсмометрической экспедиции в районе Хета-Анаклиа. Фонды Института геофизики АН ГССР, 1957.
6. М. А. Айзенберг. Обобщение результатов геофизических исследований в Колхидской низменности ГССР. Фонды „Грузнефти“, 1956.
7. Г. М. Кондратьев. Регулярный тепловой режим. ГТТИ, 1954.



ХИМИЯ

Г. В. ЦИЦИШВИЛИ (академик АН ГССР), Г. Д. БАГРАТИШВИЛИ,

М. К. ЧАРКВИАНИ, Н. И. ОНИАШВИЛИ

СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДУКТОВ
 РАДИАЦИОННОХИМИЧЕСКОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ НАФТАЛИНА

Исследование влияния радиации на превращение ароматических соединений является одним из важных направлений радиационной химии.

Существование в ароматических соединениях сопряженных π -электронов вызывает сильное взаимодействие отдельных атомов и групп по всей сопряженной системе. Такие обобществленные электроны способствуют рассредоточению поглощенной молекулой радиации по всей сопряженной системе, что обуславливает высокую радиационную стойкость ароматических соединений по сравнению с парафинами, нафтенами и олефинами. При этом с ростом числа колец в ароматических соединениях наблюдается увеличение радиационнохимической стабильности III.

Из ароматических соединений наиболее подробно изучен радиолиз бензола [2—5]. Показано, что в процессе радиационного превращения бензола получают радикалы C_6H_5 , которые, рекомбинируясь друг с другом, образуют дифенил или в случае радиолиза водных растворов, взаимодействуя с продуктами радиационного превращения воды (ОН), дают фенол, 4 — оксидифенил и 4,4 — диоксидифенил [5].

Помимо фенола, дифенила и его оксипроизводных, при облучении бензола наблюдается также образование полимеров, представляющих собой продукты конденсации фенила и дифенила [4]. Молекулярный вес этих полимеров возрастает по мере увеличения продолжительности облучения.

В настоящей работе исследованы два флуоресцирующих продукта превращения кристаллического нафталина под влиянием смешанного γ -излучения.

Как было установлено нами на примере нафталина, облучение ароматических соединений сопровождается появлением окраски (поглощение в видимой области спектра) и видимой флуоресценции. Проявление этих свойств можно, по-видимому, увязать с укрупнением исходных молекул. Следует отметить, что радиационнохимический выход флуоресцирующих соединений чрезвычайно низок и исследование их строения чисто химическими методами пока вряд ли осуществимо. По этой причине нами использовались оптические методы (электронные спектры поглощения и спектры люминесценции).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Условия облучения образцов и методы разделения продуктов превращения. Для облучения брались тщательно очищенные хроматографическим методом кристаллические образцы нафталина.

Образцы облучались смешанным α , γ -излучением на реакторе ИРТ-2000 Института физики АН ГССР при свободном доступе кислорода. Облучение проводилось в кварцевых ампулах с открытым концом.

Для выделения продуктов радиационнохимического превращения нафталина использовались методы адсорбционной хроматографии на окиси алюминия и зонной плавки. Зонная плавка осуществлялась в приборе с большим числом чередующихся узких расплавленных и затвердевших зон, который был построен в нашей лаборатории по схеме Шильдкнехта [6] с некоторыми изменениями.

Электронные спектры поглощения. Электронные спектры снимались на кварцевом спектрофотометре СФ-4. В качестве растворителей использовались гексан или этиловый спирт. Концентрация растворов составляла около 0,004 моль/л. Молярность растворов облученных веществ вычислялась из расчета чистого индивидуального вещества.

Исследование спектров люминесценции. Спектры люминесценции в видимой области снимались на спектрометре ИСП-51 с фотоэлектрической приставкой ФЭП-1. Геометрическая ширина щели для спектров, полученных при комнатной температуре, составляла 100 μ , а для спектров при низких температурах 60 μ . Учет неравномерности чувствительности фотоумножителя и пропускания оптической системы проводился с помощью спектра эталонной лампы накаливания СИ-16 при цветовой температуре 2900°K.

Спектры флуоресценции в ультрафиолетовой области снимались на кварцевом спектрографе ИСП-28. Геометрическая ширина щели для спектров при комнатной температуре составляла 150 μ , для спектров при температуре 77°K была равна 40 μ . Использовались фотопластинки «Спектральные, тип II».

Возбуждение люминесценции осуществлялось ртутными лампами ДРН-250 или ПРК-2 через светофильтр, выделяющий область 313 $m\mu$.

Охлаждение образца производилось в прозрачном кварцевом дьюаре жидким азотом [7].

Растворителем служили гексан и октан. Концентрация растворов составляла $2 \cdot 10^{-3}$ моль/л.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ультрафиолетовом спектре нафталина наблюдается полоса поглощения с максимумом около 275 $m\mu$ ($\epsilon_{275} = 6500$) (рис. 1). Выше 330 $m\mu$ пропускание нафталина составляет 100%. Облучение нафталина дозой 10^{16} н/см²сек в течение 4 часов практически не вызывает сколько-нибудь заметного изменения его электронного спектра. Нафталин, облученный дозой $3,5 \cdot 10^{12}$ н/см²сек в течение 50 часов, уже окрашен в желто-коричневый цвет, и область его поглощения смещена в сторону длинных волн спектра примерно до 360 $m\mu$ (рис. 1). Увеличение дозы облучения

до 10^{12} п/см²сек в течение 350 часов вызывает дальнейшее сильное углубление окраски до темно-коричневого цвета. В электронном спектре спиртового раствора этого образца поглощение простирается до 500 м μ (рис. 1). Несомненно, что наблюдаемое в видимой области поглощение обусловлено только продуктами радиационнохимического превращения нафталина, так как сам нафталин в этой области спектра не поглощает. Вместе с тем, следует отметить, что поглощение облученных образцов в диапазоне абсорбции чистого нафталина практически не претерпевает изменения. Следовательно, доля молекул нафталина, подвергнутых радиационнохимическому превращению, ничтожно мала.

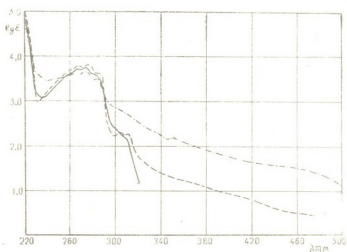


Рис. 1. Электронные спектры поглощения растворов нафталина.

— необлученный; - - - облученный в течение 50 часов; — · — облученный в течение 350 часов.
 Растворитель — этиловый спирт, температура 293°K

Исследование продукта, выделенного адсорбционной хроматографией. Окрашивание нафталина под влиянием радиации сопровождается появлением видимой флуоресценции. Используя это свойство продуктов радиационнохимического превращения нафталина, мы попытались выделить или, по крайней мере, сконцентрировать их. С этой целью производилось хроматографическое разделение облученного нафталина. Хроматографическое разделение осуществлялось по зонам свечения под действием ультрафиолетовых лучей на окиси алюминия. Облученный нафталин растворялся в петролейном эфире, раствор отфильтровывался и пропусклся через хроматографическую колонку с окисью алюминия. Разделение производилось на три зоны. Первая, верхняя, зона, простирающаяся на расстояние долей сантиметра, окрашена в темно-коричневый цвет и не флуоресцирует. Вторая, средняя, зона бесцветна и обладает ярким фиолетовым свечением. Третья, нижняя, зона также бесцветна, но не обладает видимым излучением. Как показало исследование оптических свойств этой зоны, она соответствует молекулам исходного неразложенного вещества.

Элюирование проводилось петролеиным эфиром. Первые порции элюата не флуоресцируют, и сбор элюата начинали с появлением первых капель флуоресцирующего раствора. Окончательное извлечение флуоресцирующих продуктов проводилось бензольной экстракцией механически извлеченной хроматографической зоны свечения. Верхняя темно-коричневая зона нами не анализировалась.

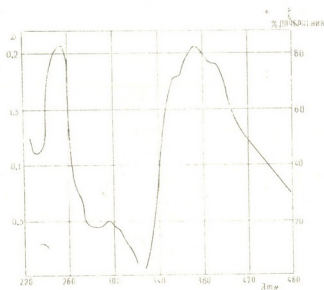


Рис. 2. Спектры поглощения (слева) и флуоресценции (справа) продукта радиационнохимического превращения нафталина, выделенного хроматографически. Растворитель — гексан, температура 293°K

На рис. 2 изображены спектры поглощения и флуоресценции раствора продуктов радиационнохимического превращения нафталина при комнатной температуре после хроматографического разделения. Как видно из рисунка, эти спектры настолько диффузны и нехарактерны, что судить по ним о структуре полученных продуктов было бы рискованно. По спектру флуоресценции можно достоверно констатировать лишь факт превращения нафталина, так как наблюдаемые полосы при 355, 373 и 390 м μ лежат в красной стороне далеко от спектрального участка высвечивания растворов чистого нафталина.

Более определенные выводы позволяют сделать спектры люминесценции исследуемых продуктов в замороженных кристаллических растворах в гексане при 77°K. В этих условиях наблюдается значительное количество довольно узких полос.

Спектр флуоресценции продуктов радиационнохимического превращения нафталина при 77°K представлен в табл. I. Он состоит из 28 узких полос, выделяющихся на сильном фоне. Некоторые полосы (особенно в коротковолновой части) весьма отчетливы и допускают измерение положения максимумов с точностью не хуже 10—15 см $^{-1}$. Частоты более слабых полос, приводимых без десятичных долей ангстрема, определены с точностью 20—30 см $^{-1}$. За чистоэлектронный пере-

Таблица 1

Спектр флуоресценции продукта радиационнохимического превращения нафталина при 77°K*

Длина волны, Å	Частота в вакууме, см ⁻¹	Разность частот, см ⁻¹	Интенсивность **	Разность частот для нафталина по Мак-Клюру, см ⁻¹	Разность частот для нафталина по Болотниковой, см ⁻¹
3484,1	28694	0	оч. с	—	—
3517,4	28422	272	с	—	—
3549,8	28163	531	с	509	495
3581,2	27916	778	с	783	757
3633,1	27517	1177	с	1176	1162
3660,6	27311	1383	с	1380	1381
3691,0	27085	1609	с	1619	1625
3724,6	26841	1853	с	1889	1881
3767	26538	2156	ср	2159	2146
3798	26326	2368	сл	2398	2399
3826	26131	2563	сл	2564	2556
3861,3	25891	2803	сл	2827	2826
3896,5	25657	3037	с	3031	—
3926,1	25463	3231	с	3250	—
3966	25207	3487	с	—	3467
4012	24918	3776	ср	3770	—
4078	24512	4182	ср	—	4157
4113	24306	4388	ср	—	—
4152	24078	4616	ср	—	—
4196	23825	4869	ср	—	—
4258	23478	5216	сл	—	—
4306	23217	5477	сл	—	—
4459	22428	6272	сл	—	—
4529	22074	6620	сл	—	—
4595	21756	6938	оч. сл	—	—
4672	21398	7296	оч. сл	—	—
4717	21193	7501	оч. сл	—	—
4741	21085	7609	оч. сл	—	—

* Растворитель — н-гексан.

** Условные обозначения: оч. с—очень сильная, с—сильная, ср—средняя, сл—слабая, оч. сл—очень слабая.

ход 0¹—0 принята самая коротковолновая полоса спектра. Правильность такой интерпретации подтверждается хорошим согласием многих отсчитываемых от нее частот с данными Мак-Клюра [8] и Болотниковой [9] для низкотемпературных спектров кристаллических растворов нафталина. Сюда относятся частоты 778, 1176, 1383, 1609, 2156, 2563, 3037, и 3776 см⁻¹. Исключение составляет область низких частот, которая обычно наиболее чувствительна к замещению в ядре ароматической структуры. Здесь проявляется частота 272 см⁻¹, аналога которой нет ни в спектре флуоресценции [8, 9], ни в спектре комбинационного рассеяния [10] нафталина. Следует отметить также, что спектральная область флуоресценции лишь частично перекрывается с коротковолновой стороны со спектром кристаллического нафталина при 77°K [11], что исключает возможность присутствия непревращенного исходного продукта.

Длительное послесвечение продуктов радиационнохимического превращения нафталина обладает зеленым цветом. Соответствующий спектр приведен на рис. 3, а наблюдаемые частоты сведены в табл. 2. Вследствие сильного фона и диффузности большинства полос частоты определены со значительно меньшей точностью, чем в случае спектра флуоресценции. За переход 0—0 принята частота 19513 см⁻¹. Отсчитанные от нее частоты в общем неплохо соответствуют частотам, проявляющимся в спектре флуоресценции. Особенно это касается колебаний с частотами 1372 и 1618 см⁻¹, которые характерны для ароматического ядра нафталина.

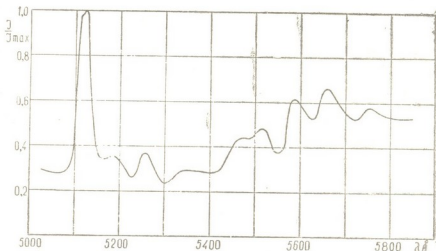


Рис. 3. Спектр фосфоресценции продукта радиационнохимического превращения нафталина, выделенного хроматографически. Растворитель — n-гексан, температура 77°К

Из изложенного следует, что основной флуоресцирующий продукт радиационнохимического превращения нафталина содержит замещение ядра нафталина. Нам представляется наиболее естественным приписать наблюдаемые спектры люминесценции одному из трех возможных бинафтилов, образование которого путем рекомбинации двух свободных радикалов нафтила, получающихся в процессе облучения, должно быть весьма вероятным. К сожалению, в литературе нам удалось найти данные относительно низкотемпературных спектров люминесценции одного лишь 1,1'-бинафтила [12]. Эти данные позволяют исключить его из рассмотрения в нашем случае. Из остающихся 1,2'- и 2,2'-бинафтилов более вероятно присутствие последнего. В пользу такого предположения говорит сопоставление положения длинноволнового поглощения этих бинафтилов при комнатной температуре [13] с низкотемпературным спектром флуоресценции, полученным нами.

Исследование продукта, выделенного зонной плавкой. С помощью зонной плавки был выделен еще один флуоресцирующий продукт радиационнохимического превращения нафталина, спектр флуоресценции которого (рис. 4) находится в видимой области. Для этого продукта фосфоресценция не обнаружена. Замороженные растворы в гексане и в октане в этом случае не дают спектров флуорес-

Таблица 2

Спектр фосфоресценции продукта радиационно-химического превращения нафталина при 77°K*

Длина волны, Å	Частота в вакууме, см ⁻¹	Разность частот, см ⁻¹	Интенсивность **
5123	19513	0	оч. с
5183	19288	225	сл
5256	19020	493	ср
5341	18718	795	сл
5466	18290	1223	ср
5511	18141	1372	ср
5587	17895	1618	с
5653	17686	1827	с
5750	17387	2126	сл

* Растворитель — н-гексан.

** Условные обозначения: оч. с — очень сильная, с — сильная, ср — средняя, сл — слабая.

ценции с узкими полосами. Наблюдаются лишь весьма широкие полосы с максимумами у 3895, 4110, 4366 и 4642Å.

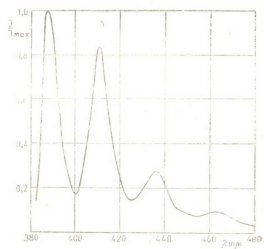


Рис. 4. Спектр флуоресценции продукта радиационнохимического превращения нафталина, выделенного зонной плавкой. Растворитель — н-октан, температура 77°K

Однако диффузный характер полос не позволяет сделать какие-либо определенные выводы о структуре молекулы, ответственной за флуоресценцию.

Академия наук Грузинской ССР
Институт химии
им. П. Г. Меликишвили

(Поступило в редакцию 14.11.1963)

ბ. ციციშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი),
ბ. ბაბრატიშვილი, გ. ჩარკვიანი, ნ. მინაშვილი

ნავტალინის რადიაციულ-ქიმიური გარდაქმნის პროდუქტების
სპექტროსკოპული გამოკვლევა

რეზიუმე

ელექტრონული შთანთქმის და ლუმინესცენციის სპექტრებს საშუალებით შესწავლილია კრისტალური ნავტალინის n , γ -რადიაციულ-ქიმიური გარდაქმნის ორი პროდუქტი, რომლებიც გამოყოფილ იქნა ადსორბციულ-ქრომატოგრაფიული და ზონური ლობის მეთოდებით. განსაკუთრებით ნაყოფიერი გამოდგა ღრმად გაცივებული (77°K) საკვლევი ნივთიერებების ნორმალურ-პარაფენული სხნარების ლუმინესცენციის სპექტრების შესწავლა. ამ პირობებში მკვეთრად არის გამოხატული სპექტრების რხევითი სტრუქტურა, რომლის ანალიზი ასაბუთებს ვარაუდს ერთ-ერთი გამოყოფილი ნივთიერების $2,2^1$ -ბინაფტილთან გაიგივების შესახებ. მეორე გამოყოფილი ნივთიერების რხევითი სტრუქტურა დაბალტემპერატურულ ლუმინესცენციის სპექტრში დიფუზურია და არ იძლევა მისი აღნაგობის შესახებ რაიმე განსაზღვრული დასკვნების გაკეთების შესაძლებლობას.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. A. J. Swallow. Radiation Chemistry of Organic Compounds. Pergamon Press, Oxford, 1960.
2. G. Stein, J. Weiss. Chemical Actions of Ionising Radiations on Aqueous Solutions. Part II. The Formation of Free Radicals. The Action of x -Rays on Benzene and Benzoic Acid. J. Chem. Soc., 3245, 1949.
3. T. J. Sworski. Some Effects of Cobalt Gamma-Radiation on Aqueous Benzene Solutions. J. Chem. Phys., 20, 1817, 1952.
4. W. N. Patrick and M. Burton. Polymer Production in Radiolysis of Benzene. J. Am. Chem. Soc., 76, 2626, 1954.
5. Е. В. Барелко, Л. И. Карташева и М. А. Проскурнин. О природе нерастворимого продукта, образующегося при радиолитическом окислении бензола в воде. ДАН СССР, 116, 74, 1957.
6. H. Schildknecht. Normale Erstarren, Zonenschmelzen und Kolonnenkristallisieren. Z. Analyt. Chem., 181, 254, 1961.
7. Э. В. Шпольский, Э. А. Гирджияускайте и Л. А. Климова. Эмиссионные спектры ароматических углеводов при низких температурах. Труды Львовского университета, в. 3 (8), 24, 1957.
8. D. S. McClure. Excited States of the Naphtalene Molecule. II. Further Studies on the First Singlet-Singlet Transition. J. Chem. Phys., 24, 1, 1956.
9. Т. Н. Болотникова. К вопросу об интерпретации спектра флуоресценции нафталина. Опт. и спектр., 7, 44, 1959.
10. К. Кольрауш. Спектры комбинационного рассеяния. ИИЛ, М., 1952.
11. H. C. Wolf. The Electronic Spectra of Aromatic Molecular Crystals. Сб. „Solid State Physics“, vol. 9, Academic Press, New-York, 1959, стр. 47.
12. R. M. Hochstrasser. The Effect of Intramolecular Twisting on the Emission Spectra of Hindered Aromatic Molecules. Part I. 1,1' — Binaphthyl. Canad. J. Chem., 39, (3), 459, 1961.
13. R. A. Friedel, M. Orchin. Ultraviolet Spectra of Aromatic Compounds. John Wiley & Sons, Inc., New-York, 1951.

ჰიშია

პრ. ბრეშიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
წერ-კორესპონდენტი) და ზ. ელავშილი

იზოპროპილციკლოპენტანის იზომერიზება გუმბრინის
თანდასწრებით ორთქლის ფაზაში

ჩვენ მიერ დადგენილია [1], რომ იზოპროპილციკლოპენტანი გუმბრინის თანდასწრებით თხევად ფაზაში (ნახშირწყალბადის დუღილის ტემპერატურაზე) იზომერირდება, რის შედეგად ციკლოპექსანური ნახშირწყალბადები წარმოიქმნება.

ამ შრომაში ჩვენ მიზნად დავისახეთ შევესწავლა იზოპროპილციკლოპენტანის იზომერირების რეაქცია ორთქლის ფაზაში იმავე ბუნებრივი ალუმოსილიკატის (გუმბრინის) თანდასწრებით.

ზემოხსენებული მიზანდასახულება იმ შრომის ლოკურ გაგრძელებას წარმოადგენს, რომელიც ერთი ჩვენგანის [2] მიერ არის შესრულებული. აღნიშნულ შრომაში დადგენილია, რომ სხვადასხვა ჰორიზონტის ნავთობის შედარებისას ციკლოპენტანის ჰომოლოგების რაოდენობრივ შემცირებას ციკლოპექსანური ნახშირწყალბადების რაოდენობრივი ზრდა შეესაბამება. ამ ფაქტზე დაყრდნობით გამოთქმული იყო მოსაზრება, რომ შესაძლებელია ბუნებაში, ნავთობის თიხებთან შეხების დროს, ადგილი ჰქონდეს ციკლოპენტანის ჰომოლოგების იზომერირებას რგოლის გაფართოებით. ეს მოსაზრება მხარდაჭერას ჰპოვებდა იმ შემთხვევაში, თუ მოხერხდებოდა ლაბორატორიულ პირობებში ვანბორციელებულიყო ციკლოპენტანის ჰომოლოგების იზომერირების რეაქცია რგოლის გაფართოებით ბუნებაში საკმაოდ გავრცელებულ ალუმოსილიკატის თანდასწრებით.

ციკლოპენტანის ჰომოლოგების იზომერირების რეაქციის შედეგად მიღებული ციკლოპექსანური ნახშირწყალბადები სახალხო მეურნეობისათვის მეტად სასურველი არიან. ამ უკანასკნელებს იყენებენ როგორც საწყის მასალებს რივი მაღალპოლიმერული და სინთეზური ნივთიერების დასამზადებლად.

ციკლოპენტანის ჰომოლოგები მნიშვნელოვანი რაოდენობითაა ნავთობში. თუ მათი ქიმიური ბუნების იოლი შეცვლით სახალხო მეურნეობისათვის სასურველ პროდუქტებს მივიღებთ, მაშინ წინამდებარე შრომაში დასახულ მიზანს არა მარტო თეორიული ინტერესი ექნება, არამედ პრაქტიკული მნიშვნელობაც. ისეთი იაფი კატალიზატორის გამოყენება, როგორც გუმბრინია, შრომაში დასახული მიზნის პრაქტიკულ ინტერესს კიდევ უფრო გაზრდის.

ციკლოპენტანის ჰომოლოგების იზომერიზების რეაქცია, რგოლის გაფართოებით, აღმოჩენილია ნ. ზელინსკისა და ი. პაპეს მიერ [3]. შემდგომ ამ საკითხს მრავალი გამოკვლევა მიუძღვნეს მ. ტუროვ ა-პოლიაკმა [4] თანაშრომლებთან ერთად, ნ. შუიკინმა და ს. ნოვიკოვმა [5] და აგრეთვე ჩურდოლიმ [6].

ზემოხსენებულ შრომებში ავტორები კატალიზატორად იყენებდნენ ალუმინის ჰალოიდნაერთებს. მათ მიერ დადგენილია, რომ ციკლოპენტანის ჰომოლოგები, აღნიშნული კატალიზატორების თანდასწრებით, მაღალი გამოსავლით იზომერიზდებიან ციკლოპექსანურ ნახშირწყალბადებად.

მ. ტუროვ ა-პოლიაკის, ნ. ზელინსკისა და გ. პასან-ზადეს მიერ [7] ნაჩვენებია პრინციპული შესაძლებლობა იმისა, რომ ბენზინებში შემავალი ციკლოპენტანის ჰომოლოგების იზომერიზების რეაქციით შეიძლება ციკლოპექსანური ნახშირწყალბადებით მათი გამდიდრება. შემდგომ, სხვა ბენზინების მაგალითზე, რიგი მკვლევარის მიერ [8, 9] მიღებულია საყურადღებო შედეგები. ნ. შუიკინის, ს. ნოვიკოვისა და ე. ტულუპოვას შრომაში [8] ნაჩვენებია არა მარტო ბენზინების გამდიდრება ციკლოპექსანური ნახშირწყალბადებით ციკლოპენტანის ჰომოლოგების იზომერიზებით, არამედ ასწილია ის უარყოფითი გავლენა, რომელსაც ახდენენ ამ ქიმიურ პროცესზე ბენზინში არსებული არომატული ნახშირწყალბადები.

ბენზინების გამდიდრება ციკლოპექსანური ნახშირწყალბადებით ციკლოპენტანის ჰომოლოგების იზომერიზების ხარჯზე სხვა მხრივაც იმსახურებს ყურადღებას.

მაღალ ტემპერატურაზე, ნავთობის დესტილატების გადამუშავებისას, ციკლოპენტანის ჰომოლოგები გარდაიქმნებიან დიენურ ნახშირწყალბადებად, რომელნიც შემდგომ დასაბამს აძლევენ კოქსის წარმოქმნას, რაც პროცესზე უარყოფით გავლენას ახდენს.

იაფი და ხელმისაწვდომი კატალიზატორის გამოჩნება ციკლოპენტანის ჰომოლოგების იზომერიზების რეაქციისათვის ციკლოპექსანურ ნახშირწყალბადებად კიდევ იმით არის საინტერესო, რომ შეიძლება ნავთობპროდუქტების თერმოკატალიზურ გადამუშავებას წინ უსწრებდეს ზემოთ აღნიშნული კატალიზატორით იზომერიზება, რაც კოქსის წარმოქმნის შემცირებას შეუწყობს ხელს. რიგი მკვლევარის მიერ შესწავლილია სხვადასხვა კატალიზატორების გამოყენებით ციკლოპენტანისა და მისი ჰომოლოგების გარდაქმნა.

ნ. შუიკინმა და ა. ტიმოფეევამ [10] შესწავლეს ციკლოპენტანისა და ეთილციკლოპენტანის გარდაქმნა გააქტივებული ტროშკოვის თიხის თანდასწრებით. მათ მიერ ნაჩვენებია, რომ ციკლოპენტანის გარდაქმნის სიღრმე 10 — 12%-ია. რეაქციის შედეგად წარმოიქმნება ნ-პენტანი, არომატული და უჯვარი ნახშირწყალბადები, ეთილციკლოპენტანის გარდაქმნის სიღრმე — 26 — 28%-ია, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ბენზოლი და მისი ჰომოლოგები, ნ-პენტანი და მისი იზომერები.

როგორც ცნობილია, ბუნებრივი ალუმოსილიკატები ბევრ რეაქციაში ალუმინის ჰალოიდნაერთების ანალოგიურად იქცევიან, რაც დადასტურებულია ჩვენს ლაბორატორიაში ჩატარებული მუშაობითაც [9, 11].

1950 წელს ქრ. არეშიძემ, ე. ბენაშვილმა და ა. კიკვიძემ [9] შეისწავლეს მირზანისა და ნორიოს ბენზინებში შემავალი ციკლოპენტანური ნახშირწყალბადების იზომერიზება გუმბირინისა და გააქტივებული გუმბირინის თანდასწრებით. მათ დაადგინეს, რომ საქართველოს ნავთობების ფრ. 60 — 150° შემავალი ციკლოპენტანის ჰომოლოგები იზომერიზდებიან ციკლოპექსანურ ნახშირწყალბადებად შესაბამისად 19,8% და 29,5%, ხოლო 150 — 200° დეარომატიზებულ ფრაქციაში შემავალი ციკლოპენტანური ნახშირწყალბადები — 40% გააქტივებული გუმბირინის თანდასწრებით.

ე. ბენაშვილი და ქრ. არეშიძე [11] აღწერენ ეთილ- და ნ-პროპილციკლოპენტანების იზომერიზების რეაქციას 10% Ni გააქტივებულ გუმბირინზე და გააქტივებული გუმბირინის მონაწილეობით, კვლევით დადგინილია, რომ აღებულ ნახშირწყალბადები გააქტივებულ გუმბირინზე განიცდიან იზომერიზებას შემდგომი დეჰიდრირებით.

ჩვენს სამუშაოში კატალიზატორად გამოვიყენეთ გუმბირინი (თიხა სოფ. გუმბირიდან საქ. სსრ, ნიმუში აღებულია 1960 წ. მხეიძისეული უბნის პირველი მალაროდან).

წინამდებარე შრომაში იზომერიზება ჩავატარეთ შედარებით მაღალ ტემპერატურაზე, რათა დაგვედგინა სამიზნო პროდუქტების — ციკლოპექსანური ნახშირწყალბადების — მაქსიმალური გამოსავალი.

ჩატარებული კვლევით დადგენილია, რომ იზოპროპილციკლოპენტანი გუმბირინის თანდასწრებით იზომერიზდება რგოლის გაფართოებით. ციკლოპექსანური ნახშირწყალბადების მაქსიმალური გამოსავალი შემჩნეულია 300° და უდრის 80%-ს კატალიზატის მიმართ.

მასპერმენტული ნაწილი

გარდასაქმნელი ნახშირწყალბადის სინთეზი. იზოპროპილციკლოპენტანი სინთეზირებულია თილეს რეაქციის მიხედვით. სამყელა კულაში, მუდმივი მორევის პირობებში, ნატრიუმის ალკოლიატის არეში ვახდენდით ციკლოპენტადიენისა და აცეტონის კონდენსაციას, რის შედეგადაც დიმეთილფულვენს ვებულობდით, რომლის დეჰიდრირებით ბ. კახანსკისა და ე. ტერენტევიას [12] მიერ მოწოდებული მეთოდით გადავიღოდით იზოპროპილციკლოპენტანზე. კონდენსაციისათვის საჭირო ციკლოპენტადიენის მიღებას ვახდენდით დიციკლოპენტადიენის დეპოლიმერიზაციით. ჰიდრირების პროდუქტს ვაცილებდით გამხსნელს (ეთილის სპირტს) გამოხდით წყალში გარეცხვით. რის შემდეგაც ვამუშავებდით გოგირდმჟავათი (1,84) დაუჰიდრირებელი ნაწილს მოსაცილებლად, შემდეგ კვლავ გამოხდით წყლით და ბოლოს სოლის 10% წყალხსნარით ნეიტრალურ რეაქციამდე. ქლორკალციუმზე გაშრობის შემდეგ ვხდით სარეაქტიფიკაციო სვეტზე (25 თ. თ.) მეტალურ

ნატრიუმზე. მიღებული იზოპროპილციკლოპენტანი უარყოფით რეაქციას იძლეოდა უნაჯერებზე და შემდეგი მაჩვენებლებით ხასიათდებოდა: დულ. ტემპ. $126,5^\circ$ (760 მმ); n_D^{20} 1,4270; d_4^{20} 0,7768. ამ სიდიდეთა ლიტერატურული მაჩვენებლები [13] შემდეგია: დულ. ტემპ. $126,8^\circ$ (760 მმ); n_D^{20} 1,4264; d_4^{20} 0,7766.

იზოპროპილციკლოპენტანის იზომერიზება. იზომერიზებისათვის საჭირო კატალიზატორი შემდეგნაირად მზადდებოდა: გუმბრინისაგან დამზადებული აბები იტვირთებოდა სარეაქციო მილში, რომელიც თავსდებოდა საკატალიზო ლუმელში და შრებოდა ტემპერატურის აწევით 450° -მდე, ლუმელის ტემპერატურის რეგულირება ხდებოდა თერმორეგულატორისა და რელეს დახმარებით $\pm 1^\circ$ -ის სიზუსტით. იზოპროპილციკლოპენტანის მიწოდება სარეაქციო მილში, მუდმივი სიჩქარის შენარჩუნების მიზნით, ხორციელდებოდა ავტომატურად; ტვირთის თანაბარი დაწოლით შპრიციდან ხდებოდა ნივთიერების სარეაქციო მილში შესვლა $0,1$ მოცულობითი სიჩქარით. რეაქცია ტარდებოდა სხვადასხვა ტემპერატურაზე 25° -იანი ინტერვალით; თითოეულ ტემპერატურულ რეჟიმზე ნივთიერების გატარება ხდებოდა სამჯერ. ჩვენ მიერ შესწავლილ პირობებში აირწარმოქმნას არ ჰქონდა ადგილი. ვატარებდით 12 მლ ნახშირწყალბადს; მიღებული კატალიზატის რაოდენობა უდრიდა $10,5$ მლ; დანაკარგი — $1,5$ მლ.

მიღებული კატალიზატის ანალიზი გაკეთდა სინათლის კომბინაციური გაუანტივის მეთოდის გამოყენებით. შედეგები მოცემულია ცხრილში.

	ცხრილი					
ცდის ტემპერატურა	200°	225°	250°	275°	300°	325°
ციკლოპექსანური ნახშირწყალბადები %-ით	25	25	25	25	80	50

ყველა კატალიზატში აღმოჩენილია შემდეგი ციკლოპექსანური ნახშირწყალბადები: ცის-ტრანს-1,2-დიმეტილციკლოპექსანი: Δy (სმ $^{-1}$) 417, 497, 543, 749, 845, 1007, 1054, 1094, 1166, 1218, 1253, 1343, ცის-ტრანს-1,4-დიმეტილციკლოპექსანი Δy (სმ $^{-1}$) 446, 472, 760, 1060.

ანალიზის შედეგების განხილვა გვიჩვენებს, რომ ციკლოპექსანური ნახშირწყალბადების მაქსიმალური გამოსავლი მიღწეულია 300° -ზე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ბ. მელიქიშვილის სახელობის ქიმიის ინსტიტუტი
 თბილისი



ХИМИЯ

Х. И. АРЕШИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), З. М. ЭЛАШВИЛИ

ИЗОМЕРИЗАЦИЯ ИЗОПРОПИЛЦИКЛОПЕНТАНА В ПАРОВОЙ ФАЗЕ В ПРИСУТСТВИИ ГУМБРИНА

Резюме

Изомеризация изопропилциклопентана проводилась при разных температурах (200 — 300°) с объемной скоростью 0,1. В качестве катализатора применялся гумбрин (глина из с. Гумбри Грузинской ССР).

Продукты реакции были исследованы методом комбинационного рассеяния. Показано, что изопропилциклопентан изомеризуется с образованием цис-транс-1,2 и 1,4-диметилциклогексанов, максимальный выход которых (80%) получен при 300°С.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Х. И. Арешидзе и З. М. Элашвили. Изомеризация изопропилциклопентана в жидкой фазе в присутствии гумбрина. ЖОХ, 32, 1962, 2657.
2. Х. И. Арешидзе. Исследование химической природы нефтей Грузии и контактных превращений углеводородов в присутствии гумбрина. Изд. АН ГССР, 1960.
3. Н. Д. Зелинский и Паппе. О синтетическом пентаметиле. ЖРХО, 37, 1935, 625.
4. М. Б. Турова-Поляк и сопр. Изомеризация полиметиленовых углеводородов под влиянием хлористого алюминия. ЖОХ, 9, 233, 429, 1279, 2179, 1939; 10, 172, 1435, 1940; 11, 824, 1941; 17, 137, 1947.
5. Н. И. Шуйкин и С. С. Новиков. Контактная изомеризация этилциклопентана в парообразной фазе. Изв. АН СССР, ОХН, 1953, 278.
6. T. Chiurdoglu. Equilibre d'Isomérisation des hydrocarbures cyclaniques. Bull. Sos. Chim. Belg., 59, 1950, 140 — 159.
7. М. Б. Турова-Поляк, Н. Д. Зелинский, Г. Р. Гасан-заде. О превращении циклопентановых углеводородов бензина в циклогексановые углеводороды. ДАН СССР, 32, 1941, 552.
8. Н. И. Шуйкин, С. С. Новиков, Е. Д. Тулупова. О влиянии углеводородов различных классов на изомеризацию пятичленных цикланов в присутствии хлористого алюминия. Изв. АН СССР, ОХН, 1950, 278.
9. Х. И. Арешидзе, Е. М. Бенашвили и А. В. Киквидзе. Изомеризация гомологов циклопентана, входящих в состав норийского и мирзаанского бензинов в присутствии гумбрина. Труды Ин-та химии им. П. Г. Меликишвили 15, 1961, 189.
10. Н. И. Шуйкин и Е. А. Тимофеева. Исследование превращения индивидуальных углеводородов в контакте с природными алюмосиликатами. Изв. АН СССР, ОХН, 1955, 314.
11. ე. ბენაშვილი და ქრ. არეშიძე. ეთილ- და ნ-პროპილციკლოპენტანის გარდაქმნა ნიკელი გუმბრინზე. საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის შობაზე, 15, № 6, 1960, 665.
12. Б. А. Казанский и Е. М. Терентьева. Изопропилциклопентан. Синт. орг. соед., 1, 97, 1950.
13. G. Egloff. Physical constants of hydrocarbons New-York, vol. II, 1940, 63.



ХИМИЯ

В. И. КОБИАШВИЛИ

БИОГЕОХИМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ РАССЕЯННОГО В ПРИРОДЕ МОЛИБДЕНА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. И. Эристави 27.6.1963)

В последнее время становится все более очевидной практическая ценность микроэлементов в сельском хозяйстве, медицине и других отраслях, в связи с чем отмечается повышенное внимание научных учреждений к изучению их распространения в природных образованиях.

Молибден является одним из широко распространенных рассеянных элементов. В таком виде он встречается как в магматических, так и в осадочных горных породах, а также в сульфидных рудах. В настоящее время выяснено, что молибден в незначительных количествах находится в почвах, растительных и животных тканях и минеральных водах. Молибден более характерен для кислых магматических пород, особенно кварцевых и пегматитовых жил. В основных магматических и осадочных породах он в рассеянном виде встречается исключительно редко [1]. В. М. Гольдшмит [2] указывает на возможность накопления редких элементов в наземной части растительности и в гумусах.

Организмы обладают избирательной способностью сорбировать и перерабатывать элементы в зависимости от их физической и физиологической потребности [3]. Работу, подобную деятельности организмов, производят и почвенные коллоиды. Они поглощают из почвенных растворов катионы и удерживают элементы, крайне необходимые для питания растений.

Молибден является одним из тех микроэлементов, избыток или недостаточность которых в окружающей среде в сравнении с их обычным кларком вызывает своеобразные массовые изменения в растительных и животных организмах [4].

Внесение незначительных количеств молибдена в почву в виде примеси к удобрениям обеспечивает вполне нормальный рост растений и повышает урожайность, особенно бобовых растений. Молибден всегда находится в растениях в малых количествах. Оказывая благотворное действие на растительность, молибден действует токсически на животных. Физиологическая функция молибдена в организме животного ма-

ло изучена. При избыточности молибдена в организме животного наблюдается понижение содержания меди в печени. Введение в организм сернистой меди при избытке молибдена может полностью прекратить заболевание животных в пределах определенных биогеохимических провинций [5].

Изучение у растений и животных болезней обмена веществ, развивающихся вследствие недостаточности или избытка микроэлементов в окружающей среде — горных породах, почвах, водах, — имеет большое народнохозяйственное значение. Согласно представлениям В. И. Вернадского, историю жизни на земле нельзя отделить от химической истории земной коры и постоянно совершающейся миграции элементов из земной коры в растительные и животные организмы.

На основе вышеизложенного становится очевидной необходимость изучения распространения молибдена в горных породах, почвах и водах.

В почвах Русской равнины изучением распространения молибдена занимался А. П. Виноградов [6]. В горных породах и почвах Грузии распространение рассеянного молибдена до сих пор слабо освещено в литературе.

Для изучения распространения молибдена в горных породах и почвах Грузии нами был применен колориметрический роданидный метод, основанный на образовании комплексного соединения пятивалентного молибдена, окрашенного в желто-оранжевый цвет при взаимодействии молибдена с роданидом и двуххлористым оловом в качестве восстановителя в сернистой среде. Для повышения чувствительности определения молибдена в качестве экстрагента молибденово-роданидного комплекса мы применяли бутанол, что давало возможность определять малые количества молибдена. Нижний предел определения молибдена $1 \cdot 10^{-5} \%$.

Роданидный метод описан в литературе рядом авторов [7, 8, 9]. А. П. Виноградовым и Х. Г. Виноградовой установлено, что в почвах Русской равнины содержание молибдена колеблется от $1,5 \cdot 10^{-4}$ до $1,2 \cdot 10^{-3} \%$ и в среднем составляет $2,6 \cdot 10^{-4} \%$. Наибольшее содержание молибдена (до $1,2 \cdot 10^{-3} \%$) наблюдается в некоторых почвах тундры Кольского полуострова. В остальных исследованных почвах содержание молибдена более или менее одинаковое.

Высоким содержанием молибдена отличаются почвы Франции в которых на кг почвы приходится 4,3—6,9 мг молибдена. Наиболее высокое содержание молибдена известно в почвах Англии, в области Сомерсет, где наблюдалось заболевание животных в связи с повышенным содержанием ($1 \cdot 10^{-3} \%$) молибдена в почвах.

Наши исследования по распространению молибдена в горных породах в почвах Грузии показали, что распространение молибдена в горных породах Грузии соответствует среднему распространению молибдена в земной коре — $1 \cdot 10^{-3}\%$, по А. . Ферсману. В магматических горных породах, в сульфидных и железных рудах содержание молибдена несколько выше, чем в осадочных горных породах — песчаниках и известняках. В осадочных горных породах молибден или отсутствует или находится в виде следов.

В поверхностном слое зональных почв Грузии [10], по нашим исследованиям, содержанием молибдена варьирует в пределах $1 \cdot 10^{-5}$ — $6,6 \cdot 10^{-4}\%$.

В некоторых случаях содержание молибдена доходит до $1 \cdot 10^{-3}\%$. Иногда молибден встречается в почвах в виде незначительных следов.

Несколько повышенное содержание молибдена было получено нами в образцах из красноземных, красноземно-глинистых и коричневых горнолесных почв, образованных на вулканических породах и в почвах, богатых органико-минеральными коллоидами, по всей вероятности, благодаря сорбционным свойствам этих почв.

Нами произведены определения молибдена в почвах 33 пунктов Грузии. Определение молибдена производилось колориметрическим роданидным методом в серноокислой среде с экстрагированием молибдено-роданидного комплекса бутанолом.

Наши исследования показали, что содержание молибдена в поверхностном слое зональных почв Грузии варьирует в большинстве случаев в пределах от следов до $6,6 \cdot 10^{-4}\%$. Процентное содержание молибдена в почвах Грузии несколько выше, чем в почвах Русской равнины, что можно объяснить происхождением большинства почв на видоизмененных вулканических породах. Подвергаясь в природе окислению, молибден в виде незначительных следов проникает и в воды. Так происходит непрерывный переход молибдена, в большинстве случаев в виде молибдат иона, из горных пород в почвы, воды и растения; из растений в животный организм и при листопаде и гниении растений опять в почвы.

ბ. კობიაშვილი

 ბუნებაში ბაზანტული მოლიბდენის ბიოგეოქიმიური
 მნიშვნელობის შესახებ

რეზიუმე

მოლიბდენის გავრცელების შესწავლა საქართველოს ქანებსა და ნიადაგებში დიდ თეორიულ და პრაქტიკულ ინტერესს წარმოადგენს. მოლიბდენი ეკუთვნის ისეთ მიკროელემენტთა ჯგუფს, რომელთა სიჭარბე ან ნაკლებობა, კლარკთან შედარებით, იწვევს მასობრივ ცვლილებებს და დაავადებებს მცენარეთა და ცხოველთა ორგანიზმებში. ამ საკითხის შესწავლას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

მოლიბდენის გავრცელების შესწავლის მიზნით საქართველოს ქანებსა და ნიადაგებში ჩვენ გამოვიყენეთ კოლორიმეტრიული როდანიდის მეთოდი, რომელსაც საფუძვლად უდევს ყვითელი ნარინჯისფერი მოლიბდენ-როდანიდის კომპლექსის მიღება — მოლიბდენის როდანიდთან და ორქლორიან კალასთან გოგირდმჭევა არეში ურთიერთქმედებისას. მოლიბდენ-როდანიდის კომპლექსის ექსტრაგირებისას ორგანული გამხსნელებით, რეაქციის მგრძობიარობა შესაძინევად იზრდება. ორგანულ გამხსნელად გამოვიყენეთ ბუთანოლი. ორგანული გამხსნელის გამოყენებისას გამოსაკვლევ ობიექტში განსაზღვრის უმცირესი ზღვარია $1 \cdot 10^{-50}/\%$.

ჩვენმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ მოლიბდენის შემცველობა ქანებში ეთანხმება ა. ფერსმანის მიერ მოცემულ მოლიბდენის საშუალო შემცველობას დედამიწის ქერქში — $1 \cdot 10^{-30}/\%$. მაგმურ ქანებში, სულფიდურ და რკინის მადნებში მოლიბდენის შემცველობა რამდენადმე უფრო მაღალია, ვიდრე დანალექ ქანებში, საკუთრივ ქვიშაქვებსა და კირქვებში. დანალექ ქანებში მოლიბდენი ან არ არის, ან მოიპოვება კვალის სახით.

საქართველოს ზონალური ნიადაგების ზედაპირულ ფენაში მოლიბდენის შემცველობა ჩვენი გამოკვლევებით მერყეობს $1 \cdot 10^{-5}$ და $6,6 \cdot 10^{-4}/\%$ -ის ფარგლებში. ზოგიერთ შემთხვევაში მოლიბდენის შემცველობა აღწევს $1 \cdot 10^{-3}/\%$ -ს. ზოგჯერ მოლიბდენი ნიადაგებში შედის კვალის სახით.

საკვლევი ელემენტის შედარებით მაღალი შემცველობა აღმოჩნდა წითელმიწა, წითელმიწა-თიხოვან და ყავისფერ მთაჭყის ნიადაგების ნიმუშებში და აგრეთვე ორგანულ-მინერალური კოალიდებით მდიდარ ნიჟუქებში, ცაცალბათ მათი სორბციული თვისებებით აიხსნება.

მოლიბდენი ჩვენ მიერ განსაზღვრულია საქართველოს 33 ბუნქტის ნიადაგების ნიმუშებში. ამ განსაზღვრების შედეგად მეტ შემთხვევაში მოლიბდენის შემცველობა მერყეობს $1 \cdot 10^{-5}$ და $6,6 \cdot 10^{-4}/\%$ -ის ფარგლებში. ბუნებრივი პროცესების გამო დაქანგვისას მოლიბდენი უმნიშვნელო კვალის სახით გადადის წყალში. ამგვარად, ადგილი აქვს ამ ელემენტის განუწყვეტელ მიგრაციას ორგანულ და არაორგანულ ბუნებას შორის.

დაბეჭდვითი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. Е. Ферсман. Геохимия, т. 4, М., 1939.
2. В. М. Гольдшмидт. Сборник статей по геохимии редких элементов. М.—Л., 1938.
3. Б. Б. Полюнов. Руководящие идеи современного учения об образовании и развитии почв. Почвоведение, т. 1, 1948.
4. А. П. Виноградов, Х. Г. Виноградова. Рефераты докладов на конференции по микроэлементам. Изд. АН СССР, М.—Л., 1950.
5. В. В. Ковальский. Значение микроэлементов в животноводстве. Природа, 4, М., 1954.
6. А. П. Виноградов. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. Изд. АН СССР, М., 1950.
7. Х. Г. Виноградова. Методы определения микроэлементов. Изд. АН СССР, М.—Л., 1950.
8. Ю. Н. Книпович. Анализ минерального сырья. Изд. ГХЛ, Л., 1959.
9. Е. Б. Сендэл. Колориметрическое определение следов металлов. Изд. ГХЛ, М.—Л., 1949.
10. М. Н. Сабашвили. Почвы Грузии. Изд. АН ГССР, 1950.



მ. ბაბუშკოვი

საშემოდგომო ხორბლის ნათესის მწკრივული განოქიერება
 მარგანიზებულ სუპერფოსფატით

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა მ. საბაშვილმა 12.9.1963)

აგროტექნიკურ ღონისძიებათა შორის მარცვლეულის მოსავლის გადიდებისათვის უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მაკრო- და მიკროელემენტების წესიერად გამოყენებას. უახლოეს წლებში სოფლის მეურნეობა 3-ჯერ მეტ მინერალურ სასუქებს მიიღებს, ვიდრე შეიღწეულ პირველ წელს იღებდა [1].

მრავალი წლის განმავლობაში ჩვენ მიერ ჩატარებულმა ცდებმა [2, 3] და ლიტერატურულმა მონაცემებმა [4, 5, 6, 7] გვიჩვენა, რომ მცენარის კვების პრობემის გაუმჯობესებას, ვანჯითარების ფაზების მიხედვით, დიდი მნიშვნელობა აქვს უხვი და მყარი მოსავლის მიღების საქმეში.

1939—41 და 1950—53 წლებში გორის რაიონის სოფ. ქვემო სკრის კოლმეურნეობაში, მიწათმოქმედების ინსტიტუტის ცენტრალურ ბაზაზე (გარდაბანი), ზერტის დასაყრდენ პუნქტზე (გორის რაიონი) სარწყავ ნიადაგებზე, საშემოდგომო ხორბალზე ჩავატარეთ ცდები, ძირითადი სასუქებისა და მიკროელემენტების ეფექტურობის დასადგენად. მიკროსასუქებიდან, აზოტოვანი და კალიუმოვანი სასუქების $N_{40} K_{60}$ ფონზე იცდებოდა ჭიათურის მარგანეცის შლამი, ბორმაგნიუმის სასუქი და მოლიბდენმეჯვა ამონიუმი.

აზოტოვანი და კალიუმოვანი სასუქები შეტანილ იქნა ხორბლის თესვის წინ შემოდგომით, ხოლო სუპერფოსფატთან ცალცალკე გრანულირებული მიკროსასუქები — ხორბლის თესვის დროს მწკრივებში, თესლთან ერთად (ხორბლის სათესი მანქანით).

გაზაფხულზე ტარდებოდა ჯეჯილის გამოკვება N_{20} ნორმით ჰექტარზე. საცდელი ნაკვეთების ნიადაგები იყო კარბონატული ($pH 7,2 - 7,4$).

ხორბლის თესვის დროს თესლთან ერთად მწკრივებში შეტანილ იქნა მიკროსასუქების დოზები (გრანულებში მოთავსებული), რომელიც დამზადდა ფხვიერ სუპერფოსფატთან ერთად: ჭიათურის მარგანეცის შლამი ჰექტარზე — 17 კგ, ბორმაგნიუმის სასუქი — 12,5 კგ და მოლიბდენმეჯვა ამონიუმი—6 კგ. ამასთან, გრანულების მოსამზადებლად ნარევი გამოიყენეთ მსხვილფეხა რქოსანი პირტუცვის ნახევრად გადამწვარი ნაკელი ჰექტარზე 100—300 კგ-ის ანგარიშით და 15—30 კგ $P_2 O_5$ ფხვნილი სუპერფოსფატი.

ცხადია, რომ მიკროსასუქებისა და სუპერფოსფატისაგან გრანულის დასამზადებლად მიმატებული ნაკელის მცირე რაოდენობას არ შეეძლო რაიმე

არსებითი როლი შეესრულება განაოციერების თვალსაზრისით. მართლაც, სამი წლის განმავლობაში ცდის არც ერთ ვარიანტში, სადაც კი გამოყენებული იყო ნაკელი (გრანულეზში) მოსავალი არ გადიდებულა (იხ, ცხრილი 1). იგი ძირითადად წარმოადგენს მიკროსასუქებისა და სუპერფოსფატის შემოწიწებელ მასას.

ცხრილადან ჩანს, რომ გამოცდილი სასუქები, როგორც მოზნევით, ისე მწკრივში შეტანილი, უსასუქო ნაკვეთთან შედარებით, საშემოდგომო ხორბლის მოსავალს ჰექტარზე 6-დან 11 ცენტნერამდე ზრდის.

მწკრივებში შეტანილი ფხვნილისებრი სუპერფოსფატის ორჯერ შემცირებული დოზა 1—1,5 ცენტნერით მეტ მოსავალს იძლევა, ვიდრე ორჯერ გადიდებული, მოზნევით შეტანილი მთელი დოზა. სასუქების მცირე დოზების მექანიზმებზე შეტანასა და მის მაღალ ეფექტზე სხვა მკვლევარებიც მიუთითებენ [8].

ჰექტარზე 30 კგ $P_2 O_5$ გრანულირებული ნაკელთან ერთად და მწკრივებში შეტანილი ხორბლის თესვის დროს, ისეთსავე ეფექტს იძლევა, როგორც თანაბარი დოზის ფხვიერი სუპერფოსფატი, მაგრამ ორჯერ შემცირებული დოზა გრანულირებული სუპერფოსფატისა და ჩამორჩება მწკრივებში შეტანილ ფხვილ ან გრანულირებულ გაორკეცებულ დოზას [ვარიანტები 2, 3, 4, 6 და 7].

ცხრილში მოყვანილი მონაცემების თანახმად, უსასუქო ნაკვეთიდან მიღებულ მარცვლის მოსავალთან შედარებით, სუპერფოსფატის უმცირესი და უდიდესი დოზების ეფექტი ამ მხრივ თანაბარია, რაც, ცხადია, მცირე დოზების მწკრივულად შეტანის სასარგებლოდ მიუთითებს.

ნაკელთან გრანულირებული სუპერფოსფატის მწკრივებში შეტანა ეფექტს არ იძლევა, რადგან ორგანული მასა, რაც სუპერფოსფატს ემატება, იმდენად მცირეა, რომ მას არსებითი მნიშვნელობა არ აქვს (ვარიანტი 3 და 4). მაგრამ როცა აღნიშნული გრანულირებული სასუქი ჭიათურის მარგანეცის შლამის ან ბორმანგიუმის სასუქის დამატებით შეგვაქვს, მარცვლის მოსავალი მარტო მიკროსასუქების გავლენით 2—3 ც-ით მატულობს ჰექტარზე. უფრო ეფექტურია ჭიათურის მარგანეცის შლამი.

მსგავსი შედეგები მიიღო უკრაინაში აკად. ბ. ვლასიუკმა. ათი წლის განმავლობაში ჩატარებული ცდების მიხედვით, ხორბლის მარცვლის მატება ჰექტარზე 2,5—3,2 ცენტნერს უდრიდა [4]. აკად. ი. პეი ვე მ [6] (ლატვია) დაადგინა აგრეთვე მიკროელემენტების მწკრივული შეტანის უპირატესობა.

ამ მონაცემების სასარგებლოდ მიუთითებს აგრეთვე 1962 წელს კიევში ჩატარებული მე-4 საკავშირო თათბირის რეზოლუცია მიკროელემენტების საკითხებზე, კერძოდ სუპერფოსფატთან გრანულირებულ მარგანეცის შლამზე [9].

მიკროელემენტების მწკრივული შეტანის უპირატესობას, მოზნევით შეტანასთან შედარებით, საკმაო დამაჯერებლობით ადასტურებს თ. მეტრეველი ის გამოკვლევები. მისი მონაცემებით, საქართველოს ზოგიერთ ნიადაგებზე მარცვლული კულტურები (ხორბალი, სიმინდი) ადვილად ხსნადი ფორმის მანგანუმით არაა უზრუნველყოფილი [10]. ცხადია, რომ ასეთ პირობებში ჭია-

მიკროსასებრების შიშაღებოთ გრანულირებულო სუპერფოსფატის გავლენა საშროდგომო ზოობლის მოსავლეზე (გარდაბანი, 1931 — 1953)

ცხრილი

1931 — 1953



მ.წ. რაიონი	სამი წლის საშუალო					ერთი წლის საშუალო						
	გ ა რ ი ა ნ ტ ე ბ ი											
	მოსავლი (ცენტნარზე)	მეტეორიტული ჰექტარზე	მეტეორიტული % -ით	მეტეორიტული II კლასის მეთოდით (ცენტნარზე)	მეტეორიტული IV კლასის მეთოდით (ცენტნარზე)	მოსავლი (ცენტნარზე)	მეტეორიტული % -ით	მეტეორიტული II კლასის მეთოდით (ცენტნარზე)	მეტეორიტული IV კლასის მეთოდით (ცენტნარზე)	მეტეორიტული % -ით		
1. უსასუქო												
2. $N_{60} K_{10}$ + ფენილისებრი სუპერფოსფატი 67 კგ ჰექტარზე ($P_2 O_5$) მიზნებით	17,5	—	100	—	—	19,2	—	100	—	—	—	—
3. $N_{60} K_{10}$ + ფენილისებრი სუპერფოსფატი (სწრაფი თესლონ ერთად $P_2 O_5$ 30 კგ ჰექტარზე)	25,4	7,9	145,1	—	—	27,4	8,2	142,0	—	—	—	41,0
4. $N_{60} K_{10}$ + ორგანულ-მინერალური გრანულირებული სუპერფოსფატი 1:1) სწრაფი თესლონ ერთად $P_2 O_5$ — 30 კგ ჰექტარზე (ფონი)	26,9	8,8	150,1	0,9	—	28,0	9,7	150,6	1,5	—	—	96,2
5. $N_{60} K_{10}$ + ორგანულ-მინერალური გრანული (ნაკელი + სუპერფოსფატი 1:1) სწრაფი თესლონ ერთად 5 კგ ჰექტარზე ($P_2 O_5$)	25,7	8,2	147,0	0,3	—	27,3	8,2	142,7	-0,1	—	—	91,1
6. $N_{60} K_{10}$ + ორგანულ-მინერალური გრანული (ნაკელი + სუპერფოსფატი 1:1) სწრაფი თესლონ ერთად 30 კგ ჰექტარზე ($P_2 O_5$)	24,4	6,9	139,4	-1	-1,3	26,4	7,2	137,6	-1	0,9	175,0	
7. $N_{60} K_{10}$ + ორგანულ-მინერალური გრანული (ნაკელი + სუპერფოსფატი 1:1) სწრაფი თესლონ ერთად 12 კგ ჰექტარზე ($P_2 O_5$)	26,4	8,9	150,9	1,0	0,7	27,6	8,4	143,9	-0,2	0,3	91,9	
8. $N_{60} K_{10}$ + ორგანულ-მინერალური გრანული (ნაკელი + სუპერფოსფატი 1:1) $P_2 O_5$ 30 კგ ჰექტარზე + გრანული მოზაგნიუმის სასებო 12 კგ ჰექტარზე, სწრაფი თესლონ ერთად	25,9	8,4	147,5	0,5	0,2	26,9	7,8	140,5	-0,5	-0,4	179,0	
9. $N_{60} K_{10}$ + ორგანულ-მინერალური გრანული (ნაკელი + სუპერფოსფატი 1:1) $P_2 O_5$ — 30 კგ ჰექტარზე + Mn გრანულში კიათორის მარცხენის შლანი 17 კგ ჰექტარზე, სწრაფი თესლონ ერთად	27,5	10,0	158,0	2,1	1,8	29,5	10,3	153,9	2,1	2,2	98,3	
10. $N_{60} K_{10}$ + ორგანულ-მინერალური გრანული (ნაკელი + სუპერფოსფატი 1:1) $P_2 O_5$ — 30 კგ ჰექტარზე + გრანულში მოლიბდენმაკა აბონიუმის მარილი 6 კგ ჰექტარზე, სწრაფი თესლონ ერთად	28,1	10,6	160,6	2,7	2,4	30,7	11,5	160,0	3,3	3,4	102,0	
	26,0	8,5	148,1	0,6	0,3	27,6	8,4	144,0	0,2	0,3	91,9	

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მიერ გამოცემული პერიოდიკული განყოფილება

თურის მარგანეცის შლამის მწკრივული შეტანა ნიადაგში (კერძოდ მცენარის რიგებში) მანქანის საშუალებით, უფრო ეფექტს მოგვცემს.

ჩვენ მიერ ჩატარებული ცდის მეორე სერიის შედეგებიდან დადგენილ იქნა, რომ ძირითადი მინერალური სასუქების NPK ფონზე, ჭიათურის მარგანეცის შლამის ნორმების 3—4-ჯერ გადიდება (მოხვევით შეტანის შემთხვევაში), სამი წლის მონაცემების მიხედვით, ხორბლის კულტურაზე შედარებით მცირე ეფექტი მოგვცა, ვიდრე მცირე დოზებმა, გრანულის სახით მწკრივებში შეტანილმა.

სასუქების, კერძოდ კი მიკროსასუქების, გამოყენების კოეფიციენტი უფრო მაღალია მაშინ, როდესაც იგი ნიადაგში შეგვაქვს მანქანის საშუალებით მწკრივებში ან ბუდობრივად, მცენარის ფესვთა სისტემის გავრცელების არეში [1].

მიკროელემენტების, კერძოდ სუბერფოსფატთან ერთად გრანულირებული მარგანეცის შლამის ნიადაგში შეტანას (მწკრივებში), გვირჩევს მრავალი სამეცნიერო დაწესებულება, სადაც ეს საკითხი უფრო სრულყოფილად მუშავდება [12].

როგორც ცდების მონაცემები მოწმობს, მიკროელემენტ მარგანეცის შლამის მოქმედებით მცირდება ხორბლის მიდრეკილება ჩაწოლის მიმართ. ასე, მაგალითად: 1954 წელს კიევის ოლქში, სუსტ ტუტე რეაქციის შავმიწა ნიადაგებზე პ. ვლასიუკის [4] ხელმძღვანელობით ჩატარდა საშემოდგომო ხორბლის გამოკვება მარგანეცის შლამით (დიდი ფართობზე). თითოეულ ჰექტარზე ჯვრილის გამოსაკვებად შეიტანეს ფხვიერ ნიადაგთან შერეული 30 კგ მარგანეცის შლამი. ხორბლის რძისებრი სიმწიფის ფაზაში აღმოჩნდა, რომ მცენარე საკონტროლო ნაკვეთზე ჩაწოლილი იყო, მარგანეცის შლამით განოყიერებულ ნაკვეთზე კი — არა, შესწავლილ იქნა აგრეთვე ღეროებში მომხდარი ცვლილებები. აღმოჩნდა, რომ მარგანეცის შლამით გამოკვების შედეგად ღეროები მაგრდება და წონაში მატულობს, ამასთან მოიმატა 1000 მარცვლის წონამაც.

ანალოგიური შედეგები მიიღო პროფ. შ. ჭანიშვილი მა აღმოსავლეთ საქართველოს წაბლა ნიადაგებზე 1947 წელს [13].

პროფ. ა. შენაღარიშვილის მიერ კარბონატულ ყომრალ ნიადაგებზე (სკრა) ადრე ჩატარებული ცდის შედეგები (შაქრის ჭარხალზე) ადისტურებს ჭიათურის მარგანეცის შლამის საკმოდ დიდ ეფექტს, მოსავლისა (ნაშატი 43 ც ჰექტარზე) და შაქრიანობის გადიდების საქმეში (1%). ამ ცდაში მარგანეცის შლამის ოპტიმალური დოზა აღმოჩნდა ჰექტარზე 3 კგ სუფთა Mn [14].

1953—1954 წლებში პროფ. შ. ჭანიშვილის ხელმძღვანელობით შაქრის ჭარხალზე ჩატარებული ცდების შედეგად დადგენილ იქნა, რომ მარგანეცის შლამი უფრო ეფექტურია თუ მას შეეიტანთ გაზაფხულზე, გამოკვების სახით, ვიდრე თესვის დროს მწკრივულად შეტანილი. ამასთან, გამოირკვა, რომ მარგანეცის შლამი მცენარის ძირებში ზრდის შაქრიანობას, აჩქარებს ნაყოფის ტექნიკურ სიმწიფეს, იწვევს მის დამსხვილებას [13].

პამიდორის ჩითილის რგვის დროს, აზოტიანი, კალიუმიანი და ფოსფორიანი სასუქების ნარევეში ჭიათურის მარგანეცის შლამის დამატებამ, გარდაბნის პირობებში კარგი შედეგები მოგვცა.

საჭიროა, რომ ახლო მომავალში მოეწყოს ჭიათურის მარგანეცის შლამის გრანულირება სუპერფოსფატთან, კერძოდ მარტენის საამქროს ნარჩენებთან (წიდასთან), რაც ფოსფორის გარდა, შეიცავს ზოგიერთი სახის მიკროელემენტს. სოფლის მეურნეობისათვის ხსენებული ძვირფასი სამრეწველო ნარჩენები უშედეგოდ არ უნდა დაიკარგოს.

დასკვნები

1. გარდაბნის სარწყავ, კარბონატულ ნიადაგებზე სამი წლის განმავლობაში ჩატარებული ცდებით დადგინდა იქნა, რომ ჩვეულებრივი ფხვნილისებური სუპერფოსფატისა (შემცირებული დოზა) და მიკროსასუქების ნარევის გრანულის სახით მწკრივში თესლთან ერთად შეტანა აზოტ-კალიუმის ფონზე, საშემოდგომო ხორბლის (დოლის პური 35/4) მარცვლის მოსავალს 61%-მდე ზრდის. აბსოლუტურ რიცხვებში მატება, უსასუქოსთან შედარებით ჰექტარზე 8 — 11 ცენტნერს შეადგენს.

2. ჭიათურის მარგანეცის შლამი ჰექტარზე 17 კგ, როგორც მიკროელემენტი მარგანეცის შემცველი მიკროსასუქი, სუპერფოსფატთან გრანულირებული, საშემოდგომო ხორბლის მოსავალს ჰექტარზე 3 ცენტნერით აღიდებს.

3. მიკროსასუქი ბორმანიუმში (12,5 კგ ჰექტარზე) სუპერფოსფატთან გრანულირებული, საშემოდგომო ხორბლის მოსავალს ჰექტარზე 2 ცენტნერით ზრდის.

4. მიკროსასუქი მოლიბდენმაქავა ამონიუმი (6 კგ ჰექტარზე) სუპერფოსფატთან გრანულირებული, საშემოდგომო ხორბლის მოსავლის მატებას არ იძლევა.

5. ჩვეულებრივი სუპერფოსფატის ორი, მკვეთრად განსხვავებული შემცირებული დოზა (P_2O_5 15 და 30 კგ ჰექტარზე), უმიკროელემენტოდ გრანულირებული და თესლთან ერთად მწკრივებში შეტანილი, ხორბლის მოსავალს თითქმის თანაბრად ზრდის, ხოლო ხვნის წინ ჩვეულებრივი სუპერფოსფატის მაღალი დოზით (P_2O_5 67 კგ ჰექტარზე) მობნევით განოციერებული ნაკვეთიდან მიღებულ მოსავალზე (ვარიანტები 2, 6 და 7) აღნიშნული მცირე დოზების ეფექტი ერთი ცენტნერით მეტია.

6. შემცირებული დოზით მწკრივებში შეტანილი ჩვეულებრივი სუპერფოსფატი ფხვნილის სახით (P_2O_5 — 30 კგ ჰექტარზე), მარცვლის 1 ც-ით მეტ მოსავალს იძლევა ჰექტარზე, ვიდრე იგივე სუპერფოსფატის გაორკეცებული დოზა მობნევით შეტანილი (P_2O_5 — 67 კგ) (ვარიანტები 2 და 3).

7. სუპერფოსფატი განოციერებულ ნაკვეთზე 1 კგ P_2O_5 -ზე ხორბლის გაცილებით მეტი მოსავალი მოდის ცდის იმ ვარიანტზე, სადაც შეტანილია სუპერფოსფატის მცირე დოზა (იხ. ცხრილი 7). ჭიათურის მარგანეცის შლამის 2 კგ სუფთა მარგანეცზე (Mn) მარცვლის ნამატი 100 — 150 კგ-ს უდრის.

8. მიკროსასუქები, კერძოდ ჭიათურის მარგანეცის შლამი და ჩვეულებრივი ფხვნილისებური სუპერფოსფატი, ფონთან შედარებით, საგრძნობლად ზრდის საშემოდგომო ხორბლის მოსავალს. ამასთან ერთად მიკროსასუქები აჩქარებენ ხორბლის მომწიფებას, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს მცირე ვეგეტაციის კლიმატური პირობების მხარისათვის. გრანულირებულ სუპერფოსფატს გარდაბნის სარწყავ პირობებში აგროტექნიკური უპირატესობა არა აქვს (არაგრანულირებულთან შედარებით), მაგრამ სუპერფოსფატისა და ჭიათურის მარგანეცის შლამის შემცირებული დოზების გრანულის სახით მანქანით მწყრივული შეტანა, ეკონომიურად დიდი სამეურნეო მნიშვნელობის ამოცანაა.

9. ეკონომიურად კარგ სამეურნეო შედეგს მოგვცემდა, თუ მარგანეცის შლამისა და ფხვიერი სუპერფოსფატის შემცირებული დოზების მწყრივული შეტანა მექანიზირებულად მოხდებოდა.

მიწათმოქმედების სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი
 საგურამო

(რედაქციას მოუვიდა 12.9.1963)

АГРОХИМИЯ

М. Т. ГЕГЕЧКОРИ

РЯДКОВОЕ УДОБРЕНИЕ ПОСЕВА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ МАРГАНИЗИРОВАННЫМ СУПЕРФОСФАТОМ

Резюме

Наряду с другими агротехническими мероприятиями, увеличивающими урожай зерновых культур, важнейшее место занимает правильное использование органических и минеральных удобрений и микроэлементов.

На сегодняшний день экспериментальное изучение этого вопроса и практическое внедрение его результатов особенно актуальны в связи с тем, что в ближайшие годы сельское хозяйство получит в три раза больше минерального удобрения, чем в предыдущие годы. Из этого количества значительная доля будет выделена для удобрения зерновых культур [1].

Как показывают наши опыты [2,3], а также данные некоторых авторов [4, 5, 6, 7], улучшение условий питания растений и регуляция подачи питательных веществ в соответствии с фазами их развития имеет большое значение для получения высоких и устойчивых урожаев.

Среди зерновых культур озимая пшеница, как продовольственная культура, занимает важное место.

Установление эффективных приемов использования органических и минеральных удобрений под эти культуры является серьезной проблемой.

В 1939 — 1941 и 1950 — 1953 гг. в селении Нижняя Скра (Горийский район), в колхозе и на базе Института земледелия (Гардабани), на Зертском опорном пункте этого института (Горийский район) на поливной почве мы проводили опыты по установлению эффективности использования под озимую пшеницу азота, фосфора, калия, навоза, заводского гранулированного суперфосфата и гранулированных с обыкновенным суперфосфатом трех видов (в отдельности) микроудобрений (чиатурского марганцевого шлама, бормагниевого удобрения и молибденоокислого аммония).

Гранулированный с обыкновенным суперфосфатом чиатурский марганцевый шлак и другие упомянутые микроудобрения испытывались на фоне азота и калия ($P_{60}K_{40}$), которые вносились до посева озимых. А гранулированный суперфосфат с микроэлементами вносился сеялкой в рядки в виде смеси с семенами озимой пшеницы. Весной проводили подкормку азотом по норме N_{20} на га. Все почвы, где проводились опыты, были карбонатные ($pH = 7,2 - 7,4$).

Состав и дозировка вышеупомянутых гранул были следующими: шлама чиатурского марганца 17 кг на га, бормагниевого удобрения 12,5 кг на га, молибденоокислого аммония 6 кг на га. Эти количества микроудобрений были гранулированы с обыкновенным суперфосфатом из расчета 15 — 30 кг на га P_2O_5 .

Урожайные данные по вариантам опыта приведены в таблице.

Как показывают данные этой таблицы, все виды испытанных удобрений, внесенные как вразброс, так и в рядки, по сравнению с неудобренным участком увеличивают урожай озимых с 8 до 11 центнеров с га.

В два раза уменьшенная доза обыкновенного порошкообразного суперфосфата, внесенного в рядки посева озимых, дала на 1 — 1,5 центнера больше урожая, чем в два раза увеличенная доза внесенного вразброс (67 и 30 кг на га P_2O_5 ; табл., варианты 2 и 3).

А в два раза уменьшенная доза гранулированного суперфосфата (15 кг на га P_2O_5) дает такой же эффект, как двойная доза порошкообразного или гранулированного суперфосфата, внесенная в рядки, и в четыре раза увеличенная доза порошкообразного суперфосфата (варианты 2, 3, 4, 6 7), внесенная вразброс.

Но когда к 30 кг на га P_2O_5 порошкообразного суперфосфата мы добавили 17 кг на га чиатурского марганцевого шлама или 12,5 кг на га бормагниевого удобрения и внесли в виде гранул в рядки (2 центнера на га) во время посева пшеницы, урожай зерна озимой пшеницы от влияния микроэлементов увеличился на 2 — 3 центнера с га. Аналогичные данные при такой же технике применения марганцевого шлама получил на Украине академик П. А. Власюк. По результатам десятилетнего опыта, прибавка урожая зерна пшеницы равнялась 2,5 — 3,2 центнера на



გა [4]. В Латвии, по данным опыта академика Я. В. Пейве [6], установлено преимущество рядкового внесения микроэлементов. Об этом же говорит резолюция IV Всесоюзного совещания по микроэлементам, проводившаяся в Киеве в 1962 г. [9].

В положительном результате такого приема внесения (рядковое, очаговое) микроудобрений можно убедиться, ознакомившись с трудами Т. Метревели, убедительно говорящими о том, что в некоторых почвах Грузии зерновые культуры (пшеница, кукуруза) легко усваиваемыми формами марганца не обеспечены [10].

დავითგებულ ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. М. А. Олешанский. Задачи сельскохозяйственной науки. Агробиология, № 5, 1961.
2. ბ. გეგეჭკორი. საშემოდგომო ხორბლის განოციერების საკითხები. მეზინდერობის ინსტიტუტის მე-6 სამეცნიერო სესია. თბილისი, 1952.
3. ბ. გეგეჭკორი. ძირითადი და შავროსასუქების ეფექტიანობა სათესლე იონჯის თესვის მოსაღლიანობაზე და ხარისხის გაუმჯობესებაზე. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეზინდერობის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 8, 1954.
4. П. А. Власюк. Физиологическое значение марганца в питании и повышении продуктивности сельскохозяйственных растений. Сб. „Применение микроэлементов в сельском хозяйстве и медицине“. Рига, 1959.
5. Т. Д. Лысенко Новые достижения в управлении природой растений. М., 1949.
6. Я. В. Пейве. Перспективы применения микроэлементов в растениеводстве. Удобрение и урожай, № 1, 1956.
7. შ. ჭანიშვილი და თ. ნანობაშვილი. ფოსფორის შევლა სანაწევრალა სიმინდში თესვის დროს სუბერგრაფიის სხვადასხვა წესით შეტანისა და ნიადაგის განსვავებულ ტენიანობის პირობებში. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის შრომები, XIX. № 6, 1957.
8. М. И. Гусев, Е. А. Захряпина, Л. А. Тertyчная. Механизировать внесение удобрений. Сад и огород, № 5, 1957.
9. Микроэлементы в СССР. Бюллетень, 4. Рига, 1962.
10. Т. Метревели. Усвояемые формы марганца в почвах Грузии и эффективность марганцевых удобрений. Тез. докл. и план работы III Закавказского совещания по агрохимии. Тбилиси, 1960.
11. ი. სარიშვილი. სასუქების გამოყენების კოეფიციენტის გადიდების საკითხებისათვის საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტის შრომები, ტ. III თბილისი, 1950.
12. Микроэлементы в СССР. Бюллетень, 3. Рига, 1962.
13. Ш. Ф. Чанишвили. О значении и перспективах применения марганцевых удобрений под сельскохозяйственные культуры в условиях Грузинской ССР. Сб. „Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине“. Рига, 1955.
14. ა. მენადარიშვილი. ჭიათურის შავი ქვის შლამი და ბორი, როგორც სასუქი საქართველოს სოფლის ტიპის ნიადაგებზე. საქართველოს სას-სამ. ინსტიტუტის შრომები, ტ. XXII, 1945.

ბიოქიმია

მ. ხანიძე და ბ. კაპარაძე

ნუკლეინის მჟავათა რაოდენობრივი ცვალებადობა ვაზში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ს. დურშიშიძემ 25.12.1963)

ნუკლეინის მჟავები მეტად მნიშვნელოვან ბიოლოგიურ როლს ასრულებენ ორგანიზმის ცხოველქმედებაში. ნუკლეინის მჟავებთან მჭიდროდაა დაკავშირებული როგორც ცხოველური, ისე მცენარეული ორგანიზმების ზრდა, განვითარება, ცილების სინთეზი და სხვა პროცესები.

უმაღლესი მცენარეების ნუკლეინის მჟავები, გარდა ყველა ორგანიზმისათვის დამახასიათებელი საერთო სასიცოცხლო ფუნქციებისა, დაკავშირებულია აგრეთვე მეორადი სპეციალიზებული სტრუქტურების წარმოშობასთან და არა ცილოვანი პროდუქტების ცვლასთან [1].

დადგენილია, რომ ნუკლეინური ცვლა მცენარის ონთოგენეზის ყველა ფაზაში მჭიდროდაა დაკავშირებული მცენარის სტადიური განვითარების, ცხოველქმედებისა და პროდუქტიულობის თავისებურებებთან [2].

მიკროორგანიზმებსა და ცხოველურ ორგანიზმებთან შედარებით უმაღლეს მცენარეთა ნუკლეინის მჟავები ნაკლებადაა შესწავლილი, თუმცა ამ მიმართულებითაც უკანასკნელ წლებში ფართოდ გაიშალა მუშაობა. რაც შეეხება ვაზს, მასში ნუკლეინის მჟავების შესახებ ძალიან მცირე და ცალკეული მონაცემები მოგვეპოვება.

ბ. ვახაუშინისა და დ. ფაისის [3] მიერ ნახულია, რომ ვაზის (*vitis sp.*) მტერიანა შეიცავს მშრალ წონაზე 0,6% რიბონუკლეინის მჟავას და ეს უკანასკნელი თავისი ნუკლეოტიდური შედგენილობით მიეკუთვნება გც ტიპს.

რ. სააკიანისა და ლ. კარაპეტეიანის [4] მონაცემებით, რიბონუკლეინის მჟავას შემცველობა გარანდმაკის ჯიშის ვაზის ფოთლებში 0,32-დან 4,52%-მდე, ხოლო თესლში — 1,1-დან 2,9%-მდე მერყეობს.

ამ შრომის მიზანი იყო შეგვესწავლა ნუკლეინის მჟავათა რაოდენობრივი შემცველობა ვაზის ცალკეულ ორგანოებში და მათი ცვალებადობა ვეგეტაციის პროცესში.

მეთოდისა

ვაზის ორგანოებში ნუკლეინის მჟავათა რაოდენობრივი განაწილების დასადგენად საკვლევ ობიექტებად ავიღეთ რქაწითელის ჯიშის 2-თვიანი და 4-თვიანი ნათესარები და 1-წლიანი ვაზები, ხოლო ვეგეტაციის პროცესში ვა-

ზის ორგანოებში ნუკლეინის მკვავათა რაოდენობრივი ცვალებადობის შესასწავლად გამოყენებული იყო სრულმოსავლიანი ვაზები: რქაწითელი, საფერავი და ევროპულ-ამერიკული ჰიბრიდები (პირდაპირი მწარმოებლები) ბეტა და ობერლენი.

საანალიზო მასალას ვიღებდით მებაღეობის, მევენახეობისა და მიღვენეობის ინსტიტუტის თელავის საცდელი სადგურის ნაკვეთებიდან ვეგეტაციის შემდეგ ფაზებში: ყვავილობის დაწყებამდე — მაისში, ყვავილობის დამთავრების შემდეგ — ივნისში, მარცვლის ზრდის პერიოდში — ივლისში და დამწიფების პერიოდში — სექტემბერში.

ნუკლეინის მკვავათა შემცველობის დასადგენად თესლის აღმონაცენებიდან ცალკე გამოყვავით ფესვი, ღერო და ფოთლები. 1-წლიანი ვაზის ყლორტი დავყავით იარუსების მიხედვით 8 ზონად.

თითოეული ზონიდან ცალცალკე ავიღეთ საანალიზოდ ფოთოლი და ყლორტის ქერქი და მერქანი. განცალკევებულ იქნა აგრეთვე ფესვის შემწოვი და გამტარი ნაწილები.

სრულმოსავლიანი ვაზებიდან საანალიზოდ ვიღებდით ზედა და ქვედა იარუსის ფოთლებსა და ყლორტს, 0,5 — 1,0 მმ-ის დიამეტრის მქონე ფესვებს და ყურძნის კანს, კლერტსა და თესლს.

ნიმუშების ფიქსაციას ვახდენდით მადულარი 96%-ანი სპირტით, მასალის გაშრობისა და დაფქვის შემდეგ ვსაზღვრავდით მასში ნუკლეინის მკვავათა საერთო რაოდენობას ფოსფორის მიხედვით სპექტროფოტომეტრული მეთოდით [5].

ექსპერიმენტული მონაცემები და მათი განხილვა

პირველ ცხრილში მოცემულია ნუკლეინის მკვავათა შემცველობა რქაწითელის ნათესარებში.

ნუკლეინის მკვავათა შემცველობა რქაწითელის ნათესარებში ცხრილი 1

№	ნათესარის ხნოვნება	ორგანო	ნუკლეინის მკვავები % -ით მშრალ წონაზე
1.	2-თვიანი	ფოთოლი	0,108
		ღერო	0,111
		ფესვი	0,145
2.	4-თვიანი	ფოთოლი	0,062
		ღერო	0,037
		ფესვი	0,127

როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს, 2- და 4-თვიანი ნათესები განსხვავდებიან ნუკლეინის მკვავების რაოდენობრივი შემცველობით. ხნიერი ნათესარები ნაკლები რაოდენობით შეიცავენ ნუკლეინის მკვავებს. ეს განსაკუთრებით შეიძინევა ღეროში. თუ ორთვიანი ნათესარის ღეროსა და ფოთოლში ნუკლეინის

მჟავათა რაოდენობა თითქმის თანაბარი იყო, 4-თვისანი ნათესარების ღეროში ნუკლეინის მჟავები გაცილებით ნაკლები აღმოჩნდა ფოთოლთან შედარებით.

ნათესარების ორგანოებიდან ნუკლეინის მჟავათა ყველაზე მაღალი შემცველობით გამოირჩევა ფესვები, როგორც ქვემოთ დავინახავთ, ორწლიან და სრულმოსავლიან ვაზებზე საწინააღმდეგო სურათია მიღებული. აღნიშნული გარემოება იმაში უნდა მდგომარეობდეს, რომ თესლის ახალგაზრდა აღმონაცენებში ფესვთა სისტემის განვითარება ჭარბობს მიწისზედა ორგანოების განვითარებას და ფესვში ზრდის პროცესები უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს [6], ხოლო უფრო ხნიერ ვაზებში ზრდის პროცესები გაცილებით ჭარბობს მიწისზედა ორგანოებში.

შემომოყვანილი მონაცემები მიუთითებს, რომ ვაზის თესლნერგის განვითარების ადრეულ სტადიებზე ნუკლეინის მჟავათა სინთეზი ჭარბობს ფესვებში.

მე-2 ცხრილში მოცემულია ნუკლეინის მჟავათა შემცველობა 1-წლიანი ვაზის ფოთლებში იარუსების მიხედვით. საანალიზო ნიმუშები აღებულია 25 მაისს.

ცხრილი 2

ნუკლეინის მჟავების შემცველობა ოქაჟილია 1-წლიანი ვაზის ფოთლებში იარუსების მიხედვით

ნ ი მ უ შ ი	ნუკლეინის მჟავების ფოსფორი	
	%-ით მშაალ წონაზე	მგ ± ფოთალში
ვაშლის პროცესში მყოფი კენწრული კვირტი	0,130	0,051
ქვევიდან XIV იარუსის ფოთალი	0,363	0,066
" XIII " "	0,361	0,087
" XII " "	0,361	0,205
" X " "	0,341	0,511
" VII " "	0,256	1,011
" V " "	0,185	1,10
" II " "	0,125	1,062

ცხრილიდან ჩანს, რომ ნუკლეინის მჟავებს პროცენტულად ყველაზე დიდი რაოდენობით შეიცავს ვაშლის პროცესში მყოფი კენწრული კვირტი. ზედა იარუსის ახალგაზრდა ფოთლებში (X — XIV იარუსები) ნუკლეინის მჟავათა შემცველობა დაახლოებით თანაბარია, ხოლო ქვედა იარუსის ფოთლებში (VII იარუსიდან ქვევით) ფოთლის ხნოვანების მატებასთან ერთად, მათში ნუკლეინის მჟავების შემცველობა ძლიერ კლებულობს.

ზედა იარუსის ახალგაზრდა ფოთლებში, მიუხედავად იმისა, რომ ნუკლეინის მჟავების პროცენტული შემცველობა მათში დაახლოებით თანაბარია, აბსოლუტური რაოდენობა ფოთლის ზრდასთან ერთად მატულობს, ხოლო ქვედა იარუსის (II — VII) ფოთლებში, მიუხედავად იმისა, რომ ფოთლის ხნოვანებასთან ერთად მცირდება მათში ნუკლეინის მჟავათა პროცენტული შემცველობა, მათი აბსოლუტური რაოდენობანი თითოეულ ფოთოლში დაახლოებით თანაბარია, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ ზედა იარუსების ფოთლებში



მათ ზრდასთან ერთად მიმდინარეობს ნუკლეინის მჟავათა სინთეზიც, რასაც აღვილი აღარ აქვს ქვედა იარუსების ზრდადასრულებულ ფოთლებში.

იმის გასარკვევად, ხომ არ არის რაიმე სხვაობა ნუკლეინის მჟავათა შემცველობის მხრივ ერთსა და იმავე პერიოდში სხვადასხვა ხნოვანების ვაზების ფოთლებს შორის, პარალელურად განვსაზღვრეთ ნუკლეინის მჟავების ფოსფორი 4-წლიანი სრულმოსავლიანი ვაზის ყლორტიდან (რომელსაც აგრეთვე 14 ფოთოლი ჰქონდა) აღებულ ფოთლებში, რის შედეგადაც აღმოჩნდა: ქვევიდან XIV ფოთოლში — 0,358%, X ფოთოლში — 0,31%, V ფოთოლში — 0,26%, II ფოთოლში — 0,13%. თუ შევადარებთ აღნიშნულ ციფრებს მე-2 ცხრილის მონაცემებს, ჩანს, რომ ვეგეტაციის ერთსა და იმავე პერიოდში სხვადასხვა ხნოვანების ვაზების ფოთლები იარუსების მიხედვით დაახლოებით თანაბარი რაოდენობით შეიცავს ნუკლეინის მჟავებს.

მესამე ცხრილში მოცემულია ნუკლეინის მჟავების შემცველობა ვაზის ყლორტში იარუსების მიხედვით (ფოთლები ნუკლეინის მჟავების შემცველობის დასადგენად ამავე ყლორტიდან იყო აღებული).

ცხრილი 3

ნუკლეინის მჟავების შემცველობა რქაწითელის 1-წლიანი ვაზის ყლორტში იარუსების მიხედვით

ი ა რ უ ს ე ბ ი	საანალიზო ნიმუში	ნუკლეინის მჟავების ფოსფორი	
		%, -ით მშრალ წონაზე	მგ-ით მუხლთშორისში
IX — X მუხლთშორისი (ქვევიდან)	ჭერქი	0,177	0,266
IX — X მუხლთშორისი	მერქანი	0,082	0,140
VII — VIII	ჭერქი	0,900	0,212
	ფოქანი	0,042	0,123
V — VI	ჭერქი	0,070	0,243
	ფოქანი	0,040	0,212
I — II	ჭერქი	0,030	0,169
	ფოქანი	0,013	0,177

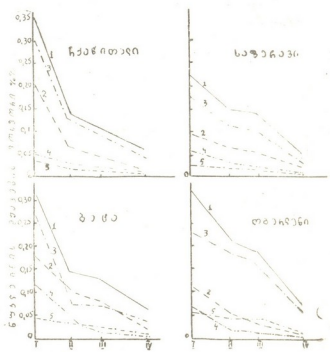
როგორც მე-3 ცხრილიდან ჩანს, იარუსების მიხედვით ზევიდან ქვევით როგორც ქერქში, ისე მერქანში ნუკლეინის მჟავათა შემცველობა მცირდება, ე. ი. ამ შემთხვევაშიც ვაზის უფრო ახალგაზრდა ნაწილი მეტი რაოდენობით შეიცავს ნუკლეინის მჟავებს. ამასთანავე ქერქი დაახლოებით ორჯერ მეტი პროცენტული რაოდენობით შეიცავს ნუკლეინის მჟავებს, ვიდრე მერქანი. ერთსა და იმავე მონაკვეთის ყლორტის ქერქი აბსოლუტურადაც მეტი რაოდენობით შეიცავს ნუკლეინის მჟავებს, ვიდრე მერქანი. გამონაკლისს წარმოადგენს I — II მუხლთშორისი, სადაც მერქანი წონით გაცილებით მეტია ქერქთან შედარებით.

მცენარის ზრდა-განვითარებისათვის მნიშვნელოვანი როლი მიეკუთვნება ფესვთა სისტემაში მიმდინარე სინთეზურ პროცესებს. ჩვენ განვსაზღვრეთ ნუკლეინის მჟავათა პროცენტული შემცველობა იმავე ვაზის ფესვებში, რის შედეგადაც ფესვების შემწოვ ნაწილში ნუკლეინის მჟავების ფოსფორი აღმოჩნდა 0,036%, ხოლო გამტარ ნაწილში — 0,01%.

როგორც ჩანს, ნუკლეინის მჟავათა პროცენტული შემცველობა საგრძნობლად განსხვავდება ფესვის შემწვოვ და გამტარ ნაწილებში. შემწვოვი ფესვები გაცილებით მეტი რაოდენობით შეიცავენ ნუკლეინის მჟავებს, ვიდრე გამტარი ფესვები. საერთოდ კი 1-წლიანი ვაზის ფესვებში ნუკლეინის მჟავები ნაკლები რაოდენობით გვხვდება ფოთლებთან შედარებით. როგორც ზემოთ დინახეთ, ვაზის, 2- და 4-თვიან ნათესარებში ნუკლეინის მჟავათა შემცველობა ფესვებში ჭარბობს.

ნახ. 1-ზე მოცემულია ნუკლეინის მჟავათა შემცველობის დინამიკა 4 ჯიშის სრულმოსავლიანი ვაზის ფოთლებში, ყლორტსა და ფესვში ვეგეტაციის ფაზების მიხედვით.

როგორც მოსალოდნელი იყო, სრულმოსავლიანი ვაზების ყველა ორგანოში ნუკლეინის მჟავები მაქსიმალური რაოდენობით გაზაფხულზე ვეგეტაციის ადრეულ პერიოდში აღმოჩნდა, რის შემდეგ თანდათან კლებულობს. ყველა პერიოდში ნუკლეინის მჟავებს შედარებით მეტი რაოდენობით შეიცავს ზედა იარუსის ახალგაზრდა ფოთოლი, შემდეგ ყლორტის ზედა იარუსი. ნუკლეინის მჟავების ყველაზე დაბალი შემცველობა ფესვსა და ყლორტის ქვედა იარუსში გვხვდება. ჯიშების მიხედვით ვაზის ორგანოებში ნუკლეინის მჟავათა შემცველობის დინამიკა ერთნაირი კანონზომიერებით ხასიათდება.



ნახ. 1 ნუკლეინის მჟავების შემცველობის ცვლადობა ვაზის ფოთოლში, ყლორტსა და ფესვში. ვეგეტაციის პერიოდები: I — ყვავილობის დაწყებამდე, II — ყვავილობის დამთავრების შემდეგ, III — ისერიმობა, IV — სიმწიფე: 1—X-XI იარუსის ფოთლები, 2—II-III იარუსის ფოთლები, 3—ყლორტის X-XI მუხლთშორისი, 4—ყლორტის II-III მუხლთშორისი, 5 — ფესვი

ფესვსა და ყლორტის ქვედა მუხლთშორისებში ნუკლეინის მჟავების რაოდენობრივი შემცველობის დიდ ცვლილებებს ვეგეტაციის პროცესში ადვილი არა აქვს, მაგრამ დინამიკის საერთო სურათი ისეთივეა, როგორც ფოთლებსა და ყლორტის ზედა იარუსებში.

ნუკლეინის მჟავების შემცველობა რიბონუკლეინის მჟავაზე გადაანგარიშებით მაისში, ე. ი. ნუკლეინის მჟავების მაქსიმალური დაგროვების პერიოდში აღმოჩნდა: ზედა იარუსის ფოთლებში — 3,7 — 2,5%, ყლორტის ზედა იარუსში — 3,2 — 1,8%, ქვედა იარუსის ფოთლებში — 2,2 — 0,94%, ფესვში — 0,63 — 0,26%. სიმწიფის პერიოდში კი ნუკლეინის მჟავათა შემცველობა დაცემულია: ზედა იარუსის ფოთლებში — 0,7 — 0,6%, ყლორტის ზედა იარუსში — 0,5 — 0,3%. განსაკუთრებით მცირე რაოდენობით გვხვდება ფესვში და ქვედა იარუსის ფოთლებსა და ყლორტში.

სხვადასხვა იარუსის ფოთლებში ნუკლეინის მჟავების შემცველობის და აგრეთვე ამ მჟავათა დინამიკის შესახებ მსგავსი შედეგებია მიღებული აგრეთვე სხვა მცენარეებზე [7, 8].

ჩვენ ნუკლეინის მჟავების შემცველობა განვსაზღვრეთ აგრეთვე 2 ჯიშის ვაზის ყვავილედში და ყურძნის კლერტში, კანსა და თესლში. ნუკლეინის მჟავების ფოსფორი ყვავილედში შემდეგი რაოდენობით აღმოჩნდა: რქაწითელი — 0,36%, საფერავი — 0,27%. ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ ყვავილედში, სადაც ზრდის პროცესები აგრეთვე ინტენსიურად მიმდინარეობს, ნუკლეინის მჟავათა შემცველობა დაახლოებით ისეთივეა, როგორც ვეგეტაციის იმავე პერიოდში ზედა იარუსის ნორჩ ფოთლებში.

ნუკლეინის მჟავათა შემცველობა მტევნის ნაწილებში მოცემულია მე-4 ცხრილში.

ნუკლეინის მჟავათა შემცველობა მტევნის ნაწილებში ცხრილი 4

ვაზის ჯიში	მტევნის ნაწილი	ნუკლეინის მჟავების ფოსფორი %-ით მშრალ წონაზე	
		20/VII ისრებში	20/IX სიმწიფე
რქაწითელი	კლერტი	0,105	0,030
	მარცვლის კანი	0,250	0,045
	თესლი	0,170	0,012
საფერავი	კლერტი	0,111	0,025
	მარცვლის კანი	0,160	0,38
	თესლი	0,150	0,020

როგორც მე-4 ცხრილიდან ჩანს, ნუკლეინის მჟავების ფოსფორი აღმოჩნდა როგორც მარცვლის კანსა და თესლში, ისე მტევნის კლერტში. ამასთან ერთად ყურძენი მარცვლის ზრდის პერიოდში გაცილებით მეტი რაოდენობით შეიცავს ნუკლეინის მჟავებს, ვიდრე სიმწიფის პერიოდში.

უნდა აღინიშნოს, რომ ვაზის ფოთლის, კვირტისა და ფესვის ნუკლეინის მჟავების ცალკეული ფრაქციების კვლევისას სმილისა და კროტკოვის მიერ მოდიფიცირებული შმიდტისა და ტანკაუზენის მეთოდით [9] ჩვენ

ვერ შევქელით დეზოქსირიბონუკლეინის შეავთა გამოყოფა, ასევე რ. ს ა ა კ ი ა - ნ ი ს ა დ ა ლ . კ ა რ ა პ ე ტ ი ა ნ ი ს [4] მიერ ვერ იქნა აღმოჩენილი დეზოქსირიბონუკლეინის შეავთა დიფენილამინის რეაქციით ვაზის ფოთოლსა და თესლში. როგორც ჩანს, ვაზში ნუკლეინის შეავთები ძირითადად წარმოდგენილი უნდა იყოს რიბონუკლეინის შეავთს სახით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ბოტანიკის ინსტიტუტის ბიოქიმიის განყოფილება

(რედაქციას მოუვიდა 25.12.1963)

БИОХИМИЯ

О. Т. ХАЧИДЗЕ и А. В. КАЧАРАВА

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ
В ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЕ

Резюме

Содержание суммарного количества нуклеиновых кислот в отдельных органах виноградной лозы и ее изменение по фазам вегетации изучалось спектрофотометрическим методом.

Объектами исследования были взяты как молодые растения (сеянцы двух- и четырехмесячного возраста и одногодичная виноградная лоза), так и плодоносящие растения.

В результате исследования получены следующие данные:

1. В сеянцах виноградной лозы двух и четырехмесячного возраста содержание суммарного количества нуклеиновых кислот преобладает в корнях. Листья и стебли двухмесячных сеянцев мало различаются между собой по содержанию нуклеиновых кислот, а в листьях четырехмесячного сеянца нуклеиновые кислоты содержатся в гораздо большем количестве, чем в стеблях.

2. В одногодичных и более старых лозах максимальное содержание нуклеиновых кислот встречается в верхушечных почках побегов.

Содержание нуклеиновых кислот в молодых листьях верхних ярусов гораздо больше, чем в листьях нижних ярусов.

Содержание нуклеиновых кислот в коре побега гораздо больше, чем в древесине.

Как в коре, так и в древесине содержание нуклеиновых кислот уменьшается с верхних ярусов вниз.

3. В органах плодоносящих виноградных лоз (листья, побеги, корни) максимальное содержание нуклеиновых кислот наблюдается весной в начале вегетации, после чего постепенно уменьшается.

До начала цветения содержание фосфора нуклеиновых кислот оказалось равным: в молодых листьях верхних ярусов—0,22—0,36%, в листьях нижних ярусов—0,1—0,2%, в верхних междузлиях побега—0,18—0,30%, в нижних междузлиях побега—0,05—0,12%, в корнях—0,02—0,06%. В период зрелости винограда их количество снижалось соответственно: до 0,07—0,10%, 0,02—0,03%, 0,03—0,07%; 0,01—0,02%; 0,005—0,01%;

4. В соцветиях винограда содержание нуклеиновых кислот приблизительно такое же, как в молодых листьях.

В процессе созревания в гребнях, кожуре и семенах винограда содержание суммарного количества нуклеиновых кислот снижается.

5. Динамика содержания нуклеиновых кислот в органах виноградной лозы в разных сортах характеризуется одинаковой закономерностью.

დასმწმობის ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. Г. Конарев. Нуклеиновые кислоты и морфогенез высших растений. Биология нуклеинового обмена у растений. Уфа, 1959.
2. Н. А. Власюк, Г. В. Поручки й. Особенности нуклеинового обмена и изменение жизнестойкости растений. Агробиология, № 2, 1959, 177.
3. Б. Ф. Ванюшин и Д. Файс. О нуклеотидном составе и содержании рибонуклеиновых и дезоксирибонуклеиновых кислот в пыльце некоторых растений. Биохимия, 26, в. 6, 1961, 1034.
4. Р. Г. Саакян, Л. М. Карапетян. О нуклеиновых кислотах виноградной лозы. ДАН СССР, 146, № 1, 1962, 214.
5. А. С. Спирии. Спектрофотометрическое определение суммарного количества нуклеиновых кислот. Биохимия, 23, в. 5, 1958, 656.
6. ხახინძე მ. და კაჭარავა ა. ნუკლეინის მადონების დინამიკა. თბილისი, 1953.
7. Н. М. Сисакян и М. С. Одицова. Об изменениях рибонуклеиновой кислоты пластид в процессе развития организма. ДАН СССР, ХСУП, № 1, 1954, 119.
8. Л. П. Сарапуу, А. Я. Перк. Сезонная динамика содержания нуклеиновых кислот в побегах яблони. II научная конференция по нуклеиновым кислотам растений (Рефераты докладов). Уфа, 1962.
9. Robert M. Smillie and G. Krotkov. The Estimation of Nucleic Acids in Some Algae and Higher Plants. Canadian Journal of Botany. 38, № 1, 1960, 31.

ბეზუბაშვილი

დ. ტაბაძე

ბრავიტაციული დენუდაციის მოვლენები 1963 წლის პტივის (მდ. ჩხალთის) აუზის მიწისძვრის დროს

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა თ. დავითიამ 2.12.1963)

მიწისძვრა წარმოადგენს გრავიტაციული დენუდაციის ერთ-ერთ ხელშემწყობ ფაქტორს. ე. ე მილიანოვა [1], ახდენს რა მეწყრული მოვლენების ხელშემწყობი ფაქტორების კლასიფიკაციას, მიწისძვრას იხილავს იმ ფაქტორთა კატეგორიაში, რომლებიც ეპიზოდურად მოქმედებენ ფერდობის წონასწორობაზე და რომელთა შემდეგ ფერდობი კვლავ აღიდგენს მდგრადობის წინანდელ მდგომარეობას. ფერდობის წონასწორობასა და სეისმურ ბიძგებს შორის ასეთ დამოკიდებულებას ადგილი აქვს შედარებით სუსტი მიწისძვრის დროს, ხოლო ძლიერი მიწისძვრა (განსაკუთრებით მთიან მხარეებში) ფერდობების ჩამოშლასა და კლდეზავების, ზევეებისა და მეწყერების წარმოშობას იწვევს. 1887 წლის ქ. ვერნის კატასტროფული მიწისძვრის შედეგად განვითარებული მეწყრული მოვლენები აღწერილი აქვს ი. მუშკეტოვს [2]. იმავე რაიონში 1911 წლის მძლავრი მიწისძვრის შედეგად მეწყრული მოვლენების გაქტიურებას აღნიშნავს კ. ბოგდანოვიჩი [3]. დ. მუშკეტოვი [4] ყირიმის სამხრეთ სანაპიროზე, ალუშტის მახლობლად, მეწყრების წარმოშობისა და განვითარების ერთ-ერთ მთავარ ფაქტორად ასახელებს სეისმურ ბიძგებს. ავტორი აღწერს ყირიმის 1927 წლის ივლის-სექტემბრის 8-ბალანი მიწისძვრის შედეგად წარმოშობილ კლდეზავებსა და მეწყრებს ყირიმის სამხრეთ სანაპიროზე.

პტივის 1963 წლის მიწისძვრის სიძლიერემ მდ. ჩხალთის (მდ. კოდორის მარჯვენა შენაკადი) აუზის ქვემო წელში 9 ბალს მიაღწია, რამაც გამოიწვია ფერდობებზე განლაგებული მეოთხეული ასაკის ფხვიერი ნაფენების დაცურება ზევეებისა და მეწყერების სახით.

9 ბალის სიმძლავრის პირველი უძლიერესი მიწისძვრა (მდ. ჩხალთის აუზის ქვემო წელში) 1963 წლის 16 ივლისს 23 საათზე მოხდა; მომდევნო დღეებში კი ბიძგების სიძლიერე თანდათანობით შესუსტდა და აგვისტოს მეორე ნახევარში უკვე აღარ იგრძნობოდა. კლდეზავები, ზევეები და დამეწყერა მდ. ჩხალთისა და მისი მარცხენა შენაკადების ხეობებში ძირითადად პირველი მძლავრი სეისმური ბიძგების დროს (16-დან 20 ივლისამდე) მოხდა.

მდ. აცაიშ-აცგარის ხეობაში, სოფ. აცგარიდან 3,2 კმ-ის დაშორებით, ხეობის მარცხენა ფერდობზე 16 ივნისს ზევეი განვითარდა. ზევეის წარმოშობამდე ტყის ბუნებრივი საზღვარი ამ ფერდობზე მისი კლდოვანი ხასიათის გამო

(დასრ. 70 — 75°), 200 — 250 მეტრით დაბლა ყოფილა დაწეული. კლდოვან ფერდობზე შედარებით ნაკლებად დახრილ ადგილებში მცენარეულობა ფრაგმენტულად ყოფილა წარმოდგენილი. მიწისძვრის შედეგად მცენარეული და ნიადაგსაფარი ამ ფერდობიდან 60 ჰექტარზე ერთბაშად მოწყდა და მდ. აციის-აცხარას მარჯვენა შენაკადის კალაპოტში გადაადგილდა, ნაშალი მასალა სწრაფად გაირეცხა მდინარის კალაპოტთან და ამჯერად მხოლოდ ნაწილია შემორჩენილი კლდოვანი ფერდობის ძირთან, სადაც მას რამდენიმე ჰექტარი ტყე აქვს დამარხული.



სურ. 1. მდ. ჩხალის აუზის ქვემო წელია სქემა: 1 — ზევი, 2 — ცოცვითი მეწყერი, 3 — დენითი მეწყერი, 4 — კლდეზევი

მდ. სამხ. ტიშის ხეობაში, სოფ. ზემო პტიშიდან 2 -კმ-ის მანძილზე, ხეობის მარცხენა ფერდობზე დაიმეწყრა დელუვიური საფარი. დელუვიონის დამეწყვრა ამ ადგილებზე მდინარის დონიდან 500 მეტრის სიმაღლიდან არის დაწყებული და ეშვება მდინარის კალაპოტამდე 250 მეტრის საშუალო განით. მეწყრის სხეული ზემო ნაწილი მნიშვნელოვნად დაბლავა დაწეული და დაკარგული აქვს მონოლითურობა; უფრო ქვემოთ კი იგი ცალკეულ ბლოკებად მოძ-

რობს მდინარის კალაპოტისაკენ, სადაც ის განუწყვეტლოვ ირეცხება. ალ. ჯანელიძის [5] კლასიფიკაციის მიხედვით, ამ მეწყრის ზედა ნაწილი დენითია, ხოლო ქვედა ნაწილი — ცოცვითი.

მდ. სამხ. პტიშის შესართავიდან 7,5 კმ-ზე უერთდება ორი კილომეტრის სიგრძის მარცხენა შენაკადი, რომელსაც დაახლოებით 2 კმ² წყალშემგრობი აუზი აქვს გამოშუშავებული მწ. ხიტას ჩრ.-დასავლეთ ფერდობზე. ამ მდინარის აუზის ზემო წელი დაფარული იყო მძლავრი დელუვიური საფარით, რომელიც 16 ივლისის მიწისძვრის დროს მასზე განლაგებული ალპური და სუბალპური ნიადაგებითა და მცენარეულობით ერთიანად მოწყდა ძირითად ქანებს. ხეობის შუა ნაწილში არსებული ვიწრობის გავლის დროს მან მთლიანად დაჰკარგა მონოლითურობა და ფხვიერი მასის სახით ჩაეშვა მდ. სამხ. პტიშის ხეობაში. ხიტას ზვავმა მდ. სამხ. პტიშის მარცხენა ფერდობებზე რამდენიმე პეტ. ტყე დააჩრხა და 800 მეტრის სიგანით მიებჯინა ხეობის ქარაფოვან მარჯვენა ფერდობს, სადაც ის ამჟამად ირეცხება მდ. სამხ. პტიშის მიერ.

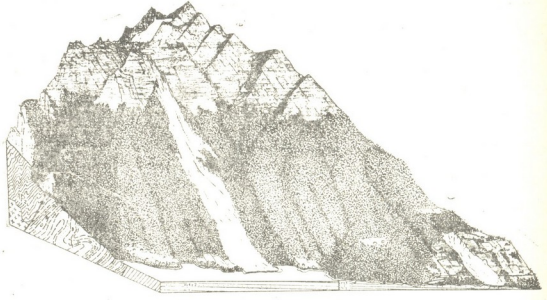
ხიტას ზვავის ჩრდილოეთით, მდ. სამხ. პტიშის ხეობის მარცხენა ფერდობზე, 16 ივლისის მიწისძვრის დროს დელუვიური საფარი კიდევ ორ ადგილზე მოსწყდა ფერდობს ზვავის სახით. ჩრდილოეთური ნაზვავის შემადგენლობაში მონაწილეობენ კლდის მოწყვეტის შედეგად დაგორებული დიდი ზომის ლოდები, რომლებიც წვრილმარცვლოვან ფხვიერ მასალასთან ერთად ხეობაში ფარავენ თოვლზვავის ზედაპირს, ხოლო სამხრეთული ზვავი განვითარებულია მდ. სამხ. პტიშის მარცხენა შენაკადის აუზში, მის მიერ გამოტანილი მასალა წყლით ინტენსიური გაჭერების გამო ლაბილურია და მოძრავი. ორივე ზვავის მიერ ჩამოტანილ მასალას ამჯერად ძირს ურეცხავს მდ. სამხ. პტიში.

16 ივლისის ზვავი წარმოიშვა აგრეთვე მდ. სამხ. პტიშის მარჯვენა შენაკადის დაკიდებულ ტროვულ ხეობაში. ზვავის განვითარებამდე ამ ხეობის ზემო ნაწილი მორენული ნაფენებით, ხოლო ქვემო ნაწილი ტყით იყო დაფარული. 16 ივლისის ტროვის ფსკერის ნაფენები, რყითა და სუბალპური მცენარეულობით ერთბაშად მოსწყდა ძირითად ქანებს და 150 მეტრის სიმაღლის ქარაფიდან ფრენით ჩაეშვა მდ. სამხ. პტიშის კალაპოტში, საიდანაც ის 24 ივლისისათვის თითქმის მთლიანად გარეცხილი იყო.

აღნიშნული ზვავის ჩრდილოეთით მდ. სამხ. პტიშის ხეობის კლდოვან მარჯვენა ფერდობზე 16 ივლისს სამ ადგილზე ჰქონდა ადგილი კლდის მოწყვეტას, რის შედეგადაც წარმოშობილმა კლდეზვავებმა მდ. სამხ. პტიშის კალაპოტში ორ ადგილზე ჯებირი გააჩინეს. ამ უკანასკნელმა, შეავუბა რა მდინარე, ვრცელი ტბები წარმოიშვა, მაგრამ მალე ახლად წარმოშობილი ტბების აუზები ამოვსებულ იქნა ხეობის მარცხენა ფერდობებიდან ზვავების მიერ ჩამოტანილი წვრილმარცვლოვანი ფხვიერი მასალით და უკვე 24 ივლისისათვის ყოფილ ტბების ადგილებზე 400—450 მ სიგანისა და 800—900 მეტრი სიგრძის ფართო ქაღები დაეგვხვდა წარმოქმნილი, რომელთა პორიზონტალურ ზედაპირზე მდინარე მეანდრირებდა.

როგორც ზემოთქმულიდან ჩანს, 16 ივლისის მიწისძვრის შედეგად მდ. სამხ. პტიშის ხეობის შუა წელში ფერდობებიდან ზვავების, კლდეზვავებისა

და მეწყრების მიერ მდინარის კალაპოტში ჩამოტანილ იქნა რამდენიმე მილიონი მ³ ნაშალი მასალა, რომლის გატანის ტემპი მდ. სამხ. პტიშის მიერ მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ამ მდინარის მიერ კალაპოტში წარმოქმნილი ჯებირების დანგრევასა და მდინარის გასწვრივი პროფილის გასწორებისაგან, რასაც ამჟერად მდინარის შუა წელში ამოზნექილი ფორმა აქვს.



სურ. 2. ბლოკდიაგრამა 1. აწგარის ზევი

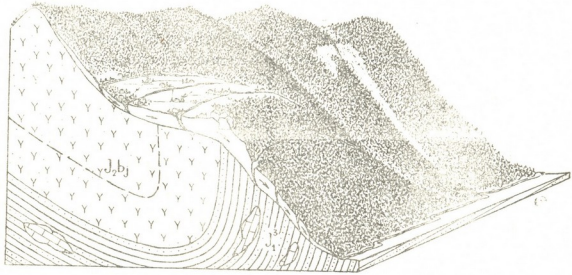
მდ. ჩხალთის ქვემო წელში 2000 მეტრის სიმაღლის დელუვიონით დაფარული ხეობის მარცხენა ფერდობი მაქსიმალურ დახრილობას (45 — 50°) უკიდურეს დასავლეთ ნაწილში, სოფ. მარჯვენა აცგარის მერიდიანზე აღწევს. ფერდობის ამ ნაწილში (ალპურ ზონაში) სათავეს იღებდა და სოფელ მარჯვენა აცგარაში ჩამოედინებოდა შედარებით წყალმცირე მდინარე, რომლის წყალშემკრები აუზის ფარგლებში 16 ივლისის მიწისძვრის დროს დელუვიური სათარი ერთბაშად მოწყდა, ციცაბო ფერდობზე დიდი სიჩქარით დაკურდა და მთლიანად ჩაეშვა მდ. ჩხალთის კალაპოტში. აცგარის ზევემა მოსპო 200 ჰა ტყე. მის მიერ მდ. ჩხალთის კალაპოტში ჩამოტანილი 3 — 4 მილიონი მ³ ფხვიერი მასალის დიდი ნაწილი მდ. ჩხალთის მიერ გაირეცხა (იხ. ბლოკდიაგრამა 1).

პტიშის მიწისძვრის დროს ფერდობებიან მდ. ჩხალთის ხეობაში ფხვიერი მასალის სიმძიმის ძალით სწრაფ დაძვრას ადგილი ჰქონდა აგრეთვე ხეობის მარჯვენა ფერდობზედაც, სოფ. სოფ. მარჯვენა პტიშისა და რეკვას შორის არსებულ 50 — 70 მეტრის სიღრმის ხევში. ამ ხევის წყალშემკრები აუზის დახრილობა საშუალოდ 25°-ს არ აღემატება, რის გამოც ზევის წარმოშობამ ფერდობის ამ ნაწილში 4 დღით დაიგვიანა. 16 ივლისის მძლავრი მიწისძვრის დროს მოხდა დელუვიური საფარის მხოლოდ დამეწყვრა, ხოლო შემდგომმა სეისმურმა ბიძგებმა იგი წონასწორობიდან 20 ივლისს გამოიყვანა და სწრაფად დაეშვა მდ. ჩხალთის კალაპოტში. ამ ზევის სიმაღლე 850 მეტრს უდრის.

იგი ზემო ნაწილში ფართოვდება, ხოლო ქვემოთ თანდათანობით ვიწროვდება და მდ. ჩხალთის კალაპოტთან 100 მეტრს არ აღემატება. ზვაგმა მოსპო 60 ჰა ტყე და მწყობრიდან გამოიყვანა გზა სოფ. რეკვასა და მარჯვენა პტიშის შორის.

პტიშის 1963 წლის ივლის-აგვისტოს მიწისძვრის დროს მდ. ჩხალთის ხეობის შედარებით ნაკლებად დახრილ ფერდობებზე, სოფ. სოფ. რეკვას, მარჯვენა და მარცხენა პტიშის ტერიტორიებზე მეწყერული პროცესები განვითარდა.

სოფ. რეკვას ტერიტორიაზე, მდ. ჩხალთის მარჯვენა ფერდობზე, დამეწყვრა შეიმჩნევა მდინარის დონიდან 600 მეტრის სიმაღლეზე. 2 კმ-ის სიგანის მეწყერული ფერდობის საშ. დახრის კუთხე 20°-ს აღწევს. დამეწყვრას განიცდის ფერდობზე მიწოლილი დელუვიური საფარი, რის გამოც ის, ფ. სა ა ვ რ ე ნ ს კ ი ს კლასიფიკაციის მიხედვით, კონსექვენტურ მეწყერულ ჯგუფს მიეკუთვნება. მეწყერის სხეული, ნახევარწრიული მოყვანილობის ნაპრალების მიერ დიდი ზომის ბლოკებად არის დანაწევრებული; ისინი 20°-ს დახრილ ფერდობზე მოძრაობის დროს ზემოდან ქვემოთ აწვევნიან რა ერთმანეთს ფერდობის ქვემო ნაწილში, ნაპრალებს წვეცტის სახეს აძლევენ. ერთ-ერთ ასეთ წვეცტას, რომლის ამპლიტუდი 1,5 მეტრს აღემატება, სოფ. რეკვას ტერიტორიაზე დაზიანებული აქვს სოფ. ჩხალთა-აცვარის სამანქანო გზა.



სურ. 2. ბლოკდიაგრამა 3. მარჯვენა პტიშის მეწყერი

მდ. ჩხალთის მარჯვენა ფერდობზე დამეწყვრას განიცდის აგრეთვე სოფ. მარჯვენა პტიშის ტერიტორიაც. სოფ. მარჯვენა პტიში მდებარეობს ქვედა მეოთხეული ასაკის ტროვის ბრტყელ ძირზე, რომლის ფერდობზე, მდინარის დონიდან 300 მეტრის სიმაღლეზეა შემორჩენილი და მორეწული საფარით არის დაფარული. მორეწული ნაფენები დიდი ზომის ერატიული ლოდების სახით გვხვდება აგრეთვე სოფ. მარჯვენა პტიშის მოვაკებასა და მდ. ჩხალთის კალაპოტს შორის მდებარე 28 — 30°-ით დახრილ ფერდობზე. მდ. ჩხალთის მარჯვენა ფერდობის ამ ნაწილზე დამეწყვრას განიცდიან დელუვიური და მო-

რენული ნაფენები. მარჯვენა პტიშის მეწყერი ზემო ნაწილში სოფ. მარჯვენა პტიშის მოვაკებაზე ნელა მოძრაობს; რამდენიმე კილომეტრის სიგრძის წრიული მოყვანილობის ნაპრალების სიგანე აქ ერთსანტიმეტრს არ აღემატება. შედარებით სწრაფი მოძრაობით ხასიათდება მარჯვენა პტიშის მეწყრის ძირი, რომლის დახრილობა 30°-ს აღწევს და მეწყრის ზედა ნაწილიდან 1,5 აპლიტუდის წყვეტით არის გამოყოფილი (იხ. ბლოკდიაგრამა). მეწყრის ეს ნაწილი ნაპრალების ხშირი ქსელით არის დანაწევრებული.

მარჯვენა პტიშის მეწყრის სხეულს, მიუხედავად იმისა, რომ იგი ნაპრალების ხშირი ქსელით არის დანაწევრებული, მონოლითურობა არ აქვს დაკარგული და ამრიგად, ალ. ჯანელიძის კლასიფიკაციის მიხედვით, ცოცხითი მეწყრების კატეგორიას მიეკუთვნება.

მეწყერი განვითარებულია აგრეთვე მდ. ჩხალთის ხეობის მარცხენა ფერდობზედაც სოფ. მარცხენა პტიშის ტერიტორიაზე, სადაც მდინარის დონიდან 300 და 100 მეტრზე შემორჩენილია შუა და ზედა მეოთხეული ასაკის მორენული ნაფენებით დაფარული ტროგული ხეობის ფრაგმენტები. ამ ადგილზე და მეწყერას განიცდიან დელუვიური და მორენული ნაფენები, რომლებიც ხაპრალების ხშირი ქსელით დანაწევრებულია ცალკეულ მცოცავ ბლოკებად. მარცხენა პტიშის მცოცავი მეწყრის შუა ნაწილი შედარებით სწრაფ მოძრაობას განიცდის. ამ ნაწილში მდინარის დონიდან 300 მეტრის სიმაღლეზე ძირითად ქანებს 400 მეტრის სიგანეზე სწრაფად მოსწყდა მორენული ნაფენები, ფერდობზე მოძრაობის დროს მან დაჰკარგა მონოლითურობა და მიიღო რა დენითი მეწყრის სახე, შეჩერდა იგი მდინარის დონიდან 100 მეტრზე შემორჩენილ ტროგის ბრტყელ ძირზე, სადაც მან დამარხა რამდენიმე საცხოვრებელი სახლი. ფერდობის ქვემო ნაწილში დენითი მეწყერი უფრო ფართო მასშტაბით არის გავრცელებული, სადაც მას ძირს ურეცხავს მდ. ჩხალთა.

მოსალოდნელია, რომ მეწყრული პროცესები მდ. ჩხალთის ფერდობებზე მომავალში გაძლიერდეს. დამეწყვრის პროცესის გაძლიერებას გამოიწვევს მიწისძვრის შედეგად ფხვიერ ნაფენებში გაჩენილი ნაპრალების საშუალებით ზედაირული წყლების ჩაქონვა, რაც დაამძიმებს დელუვიურ საფარს და დააჩქარებს ფერდობზე სიმძიმის ძალით მათ დაცურებას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

გახეშტის სახელობის
გეოგრაფიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 2.12.1963)

ГЕОГРАФИЯ

Д. Д. ТАБИДЗЕ

ЯВЛЕНИЯ ГРАВИТАЦИОННОЙ ДЕНУДАЦИИ ВО ВРЕМЯ ПТЫШСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 16 ИЮЛЯ 1963 ГОДА

Резюме

16 июля 1963 г. в нижней части бассейна р. Чхалта (правый приток р. Кодори) имело место землетрясение, сила которого достигала 9

ბალოვ. В результате землетрясения на правом скалистом склоне р. Юж. Птыш, угол наклона которого превосходит 60° , в трех местах образовались скальные обвалы обнаженных коренных пород, подпрудившие реку и образовавшие два озера. Эти озерные впадины вскоре были заполнены обвальным материалом.

В тот же день в нижней части долины р. Чхалты, а также в долинах р.р. Ацаиш-Ангара и Юж. Птыш (левые притоки р. Чхалта) на делювиальных склонах с уклоном от 30 до 60° в девяти местах произошли обвалы, уничтожившие около 500 га леса.

Землетрясение активизировало оползневые процессы и на сравнительно пологих склонах (менее 30°) в долине р. Чхалты. Оползневые блоки, охватившие значительную территорию в с.с. Реква, Марджвена и Марихена Птыш, разбиты многочисленными трещинами, нарушившими монолитность сплошного рыхлого покрова на этих склонах и создавшими условия для увеличения просачивания в них поверхностных вод. В дальнейшем это, очевидно, усилит оползневые процессы. Оползни в долине р. Чхалта ставят под угрозу уничтожения густонаселенные территории.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Е. П. Емельянов. О причинах и факторах оползневых процессов. Вопросы гидрогеологии и инженерной геологии. Труды Всесоюзного научно-исследовательского института гидр. и инж. геологии. М., 1953.
2. И. В. Мушкетов. Верское землетрясение 29 мая (9 июня) 1837 г. Труды геол. ком., т. X, № 1, 1888.
3. К. И. Богданович. Землетрясение 22 декабря 1910 г. (14 января 1911 г.) в северных устьях Тянь-Шаня между Верным и Иссык-Кулем. Изв. геол. XXX, 1911.
4. Д. П. Мушкетов. О возможной связи оползней южного берега Крыма с его сейсмичностью. Труды Первого Всесоюзного оползневого совещания. М.—Л., 1935.
5. А. И. Джанелидзе. Геологическое значение оползневых явлений и тбилисские оползни. Научная сессия Тбилисского гос. университета. Сборник докладов, № 1, 1947.



ПЕТРОГРАФИЯ

В. И. ГУГУШВИЛИ

О МЕЛОВОМ ВУЛКАНИЗМЕ ГРУЗИНСКОЙ ГЛЫБЫ

(Представлено академиком Г. С. Дзоценидзе 29. 11. 1963)

Меловая вулканическая деятельность на Грузинской глыбе известна в основном с верхов сенома и низов турона. Продуктом ее является вулканогенная свита Мтавари, приуроченная к Западной геотектонической зоне погружения Грузинской глыбы. Фаунистически охарактеризованные стратиграфические границы свиты колеблются в пределах нижний турон — сантон.

По данным Г. С. Дзоценидзе [1], свита состоит из покровов и туфов-оливиновых базальтов, пикрит-базальтов, анальцимовых оливиновых базальтов, трахибазальтов и фонолитов. По химическому составу породы относятся к натрово-щелочной серии, которая характерна для вулканов океанических островов, а также форландов. Кроме вышеуказанных типов пород, в строении свиты участвуют также трахиандезитовые и трахитовые туфы и туфобрекчи.

Согласно данным минералогических и химических исследований, породы свиты Мтавари соответствуют ассоциации щелочных оливиновых базальтов. Последние, по Ф. Тернеру и Дж. Ферхугену [2], являются продуктами первичной магмы щелочно-оливин-базальтового состава. Они состоят из пикрит-базальтов и океанитов — основных дифференциатов первичной магмы, щелочных оливиновых базальтов, продуктов недифференцированной магмы — и из трахитовых и фонолитовых пород — щелочных дифференциатов.

Анальцимовые оливиновые базальты свиты Мтавари содержат плагиоклаз лабрадорového ряда № 54, оливин, титан-авгит, пижонит и отдельные кристаллы диоксид-авгита. Титан-авгит преобладает над остальными фемическими минералами. Основная масса породы состоит из анальцима, натролита, зерен магнетита и апатита. Подобный минеральный и химический состав (табл.) характеризует щелочной оливиновый базальт так, что анальцимовые оливиновые базальты свиты можно считать продуктом первичной магмы; пикрит-базальты — продуктом ее основных дифференциатов, а трахибазальты, трахиандезиты, трахиты и фонолиты — продуктами ее щелочных дифференциатов.

Пикрит-базальты обладают порфировой структурой с фенокристаллами оливина и диопсид-авгита, редко титан-авгита. Характерно преобладание оливина над пироксеном. Плаггиоклаз битовнитового ряда № 73. Основная масса состоит из основного стекла с микролитами плаггиоклаза и пироксена с магнетитом и апатитом. Порода бедна анальцимом. Щелочные породы отличаются присутствием калиевого полевого шпата и керзутита.

Трахибазальты, встречающиеся лишь в виде жильной фации, состоят из фенокристаллов, плаггиоклаза лабрадорового ряда № 51, калиевого полевого шпата, керзутита и титан-авгита. Основная масса сложена стеклом, микролитами плаггиоклаза, зернами магнетита, апатита и анальцима.

Трахиандезиты и трахиты свиты представлены в основном туфами, туфобрекчиями, испытавшими цеолитовую пропилитизацию.

Трахиандезит (из жильной фации) содержит фенокристаллы плаггиоклаза андезитового ряда № 32 с каемками санидина, кристаллы керзутита и хлоритизированного биотита. Стекловатая основная масса породы содержит микролиты плаггиоклаза, магнетит и апатит.

Трахиты содержат плаггиоклаз олигоклазового ряда, санидин, керзутит, а их основная масса представлена хлоритизированным стеклом. В составе фонолита, кроме альбита, анортоклаза и калиевого полевого шпата, существенную роль играет нефелин, а цветной минерал представлен агирин-авгитом; в основной массе присутствуют стекло и магнетит, микролиты калиевого полевого шпата и альбита.

Таким образом, основные и щелочные трахитовые члены свиты Мтавари по петрографическому характеру соответствуют продуктам дифференциации магмы щелочных оливиновых базальтов. Этот вывод подтверждается химическим составом пород, приведенным в таблице.

Химические анализы свидетельствуют о том, что по содержанию MgO пикрит-базальт богаче анальцимового оливинового базальта, что объясняется преобладанием в нем магнезиального оливина. В нашем случае содержание MgO в пикрит-базальтах занижено, так как оливин их серпентинизирован. В пикрит-базальтах со свежим оливином содержание MgO, по Г. С. Дзоценидзе, равно 12%. В анальцимовых оливиновых базальтах занижено содержание SiO₂, так как порода сильно цеолитизирована — замещена анальцимом и натролитом. Заниженное содержание суммы щелочей и SiO₂ в трахитовом туфе вызвано цеолитовой пропилитизацией породы, однако высокое содержание K₂O и соответствующий минеральный состав дают возможность установить их трахитовую природу. Учитывая эти замечания, породы свиты Мтавари по химическим характеристикам следует считать аналогичными породам ассоциации щелочных оливиновых базальтов

Тождество пород свиты Мтавари и пород ассоциации щелочных оливиновых базальтов подтверждается также содержанием в них некоторых макроэлементов. По данным Ф. Тернера и Дж. Ферхугена [2], для основных членов ассоциации щелочных оливиновых базальтов характерно богатство V, Cr, Ni и Co. (Ni > Co); щелочным же членам этой ассоциации присуще высокое содержание Zr и незначительное содержание V, Cr, Ni и Co.

Таблица

Окислы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
SiO ₂	43,39	41,40	44,52	43,70	46,47	53,69	48,06	57,08	56,40
TiO ₂	3,08	2,40	2,40	2,73	2,91	0,79	2,33	0,15	0,11
Al ₂ O ₃	15,93	15,75	17,18	16,72	13,25	19,53	11,60	19,47	19,97
Fe ₂ O ₃	3,63	1,36	12,54	3,47	8,39	7,91	8,12	3,20	3,28
FeO	7,37	7,48	—	7,37	0,63	2,43	—	0,13	1,30
MnO	0,10	0,12	—	0,12	0,21	0,18	0,18	—	0,18
CaO	10,40	10,78	8,27	9,09	6,23	3,37	7,84	1,96	1,33
MgO	9,32	9,86	9,12	6,42	3,31	0,16	4,37	0,79	0,72
Na ₂ O	3,15	2,55	3,20	4,45	2,61	4,00	1,89	6,77	7,70
K ₂ O	0,90	1,40	1,47	1,95	4,09	3,70	4,93	5,63	5,91
SO ₂	—	0,27	—	—	0,85	—	0,68	—	1,03
P ₂ O ₅	0,47	0,76	0,62	0,41	1,34	0,64	1,53	—	0,79
влага	0,86	0,80	1,16	0,90	0,52	1,18	2,56	0,50	0,36
п. п. п.	0,87	4,93	1,28	3,52	4,40	2,42	2,64	1,82	2,00
сумма	100,40	99,86	100,52	100,80	100,16	99,00	100,23	100,11	100,27

I, II, III—пикрит-базальты, IV—анальцимовый оливиновый базальт; V—трахибазальт; VI—трахиандезит; VII—трахитовый туф (пропилитизированный); VIII, IX—фонолиты

Основные члены пород свиты Мтавари содержат V — 0,062%, Cr — 0,03—0,06%, Co — 0,001%, Ni — 0,03% и Zr — 0,003%; щелочные трахитовые же породы свиты Cr, Ni и Co не содержат вовсе, V < 0,001%, а Zr = 0,06—0,19%.

Петрографический и химический составы пород свиты и содержание в них микроэлементов устанавливают аналогичность данных образований породам ассоциации щелочных оливиновых базальтов. Анальцимовый оливиновый базальт является продуктом недифференцированной первичной магмы, а свита состоит как из продуктов недифференцированной магмы—анальцимовых оливиновых базальтов, так и из продуктов дифференциации первичной магмы пикрит-базальтов (основных дифференциатов) и трахибазальтов, трахиандезитов, трахитов и фонолитов (щелочноокислых дифференциатов).

Различные участки свиты Мтавари представлены чередованием трахитовых и трахиандезитовых туфов и туфобрекций с пикрит-базальтовыми покровами и их туфами. Это чередование вполне закономерное.

Сделанные нами литологические разрезы показали, что обычно в подошве свиты обнажены трахитовые и трахиандезитовые туфы и туфобрекчии, а над ними залегают пикрит-базальтовые покровы. Такое чередование в разных разрезах может быть двухкратным и даже трехкратным.

Фашиальный анализ пород на разных участках свиты устанавливает резкие фашиальные различия в пределах одного стратиграфического горизонта. Наблюдается также и колебание стратиграфических границ свиты на разных участках. Так, возраст свиты колеблется в пределах нижнего турона — сантона. Данные обстоятельства можно объяснить лишь тем, что вулканические центры, продуктами которых сложена свита Мтавари, были связаны с отдельными разобщенными вулканическими очагами, которые дифференцировались независимо друг от друга. В отдельных очагах, по-видимому, происходит гравитационная дифференциация магмы по схеме, предложенной Кеннеди [3]. На правом этапе из первичной магмы кристаллизировались высокотемпературные фазы: оливин, основной плагиоклаз и диопсид-авгит, которые, погружаясь в нижние горизонты очага, вызывали их обогащение Mg, Ca и обеднение щелочами. Это привело к накоплению (при содействии газовой фазы) в верхних горизонтах очага щелочей и Al. Результатом такого хода дифференциации явилось извержение трахитовых и фолонитовых продуктов из верхних горизонтов вулканического очага и излияние пикрит-базальтовых покровов из нижних его горизонтов, а также их закономерное чередование.

Изучение характера чередования пород на разных участках свиты позволило нам воспроизвести ход дифференциации разных вулканических очагов. Так, трехкратное чередование трахитовых и трахиандезитовых туфов и в одном случае фолонита с пикрит-базальтовыми покровами в окрестностях с. с. Матходжи, Ахали-Бедисеули, Удзлouri свидетельствует о трехкратной дифференциации очага, питавшего вулканический центр на этом участке.

Вулканический очаг, питавший вулканический центр, расположенный в окрестностях с. Годогани (разрез по Кутаисско-Тбилисскому шоссе), по-видимому, дифференцировался дважды, что проявилось в двухкратном последовательном чередовании трахиандезитовых и трахитовых туфов и туфобрекчии с пикрит-базальтовыми покровами и их туфами.

Дважды дифференцировался также вулканический очаг, питавший центр извержения в окрестностях с.с. Мтис-Калта и Шкмери, где трахитовые туфы и туфобрекчии содержат обломки пикрит-базальта и секутся пикрит-базальтовыми жилами аналогичного состава. Этот очаг, вероятно, дифференцировавшись один раз, дал трахитовые туфы и ту-

фобрекций, а основной дифференциат очага проявился в жильной фации пикрит-базальта. При вторичной дифференциации очага продолжалось извержение трахитовых туфов, захвативших аксессуарный материал из жил пикрит-базальтов. После этого вулканизм прекратился и вторая фаза основных дифференциатов не проявилась.

В ущелье р. Гудзале (окрестности с. Цхункури), в окрестностях с. с. Сачикобао, Хиди и Горди вулканизм начался извержением трахитовых и трахиандезитовых туфов и туфобрекций и кончился излиянием пикрит-базальта, что соответствует однофазной дифференциации разобщенных вулканических очагов.

Лишь в двух случаях в окрестностях с. Нагареви и в ущельях р.р. Сабанела и Чешура разрезы начинаются покровами анальцимовых оливиновых базальтов, за которыми следуют трахиандезитовые и трахитовые туфы и выше — покров пикрит-базальта. Видимо, на этих участках вулканическое извержение начиналось из недифференцированного вулканического очага излиянием покровов анальцимовых оливиновых базальтов, продуктов первичной магмы. Затем очаг дифференцировался, что проявилось в последовательном извержении щелочнокислых и основных дифференциатов.

Нигде в районе распространения пород свиты Мтавари анальцимовые оливиновые базальты не установлены над трахитовыми породами, и нигде литологический разрез не начинается покровами пикрит-базальтов. Однако есть случаи, когда вулканизм начинался излиянием покровов анальцимовых оливиновых базальтов, что подтверждает первичность анальцим-оливин-базальтовой магмы для данного района и закономерное направление процесса дифференциации в очагах.

Как нам кажется, разобщенные вулканические очаги были связаны с материнским магматическим очагом первичной анальцим-оливин-базальтовой магмы. Такая связь обеспечивала пополнение их новыми порциями первичной магмы, дифференциацией которой и начинался каждый очередной ритм вулканизма. Это и обуславливало возможность двух- и трехфазной дифференциации вулканического очага.

С верхнемеловыми вулканическими очагами связаны поствулканические изменения пород свиты Мтавари. Они проявились в цеолитовой пропилитизации, которая, по Д. С. К о р ж и н с к о м у [4], характеризует приповерхностную вулканическую фацию метаморфических процессов. Цеолитовая пропилитизация, по С. И. Н а б о к о [5], связана с метаморфизованными, слабокислыми, натриевохлоридными растворами. Минералогически цеолитовая пропилитизация проявилась в цеолитизации (замещении анальцимом и натролитом), хлоритизации и карбонатизации трахиандезитовых и трахитовых туфов и туфобрекций. Интенсивность процесса пропилитизации и мощность пропилитизированных зон

свиты на отдельных участках различная, а максимальная глубина пропилитизации достигает 200 м. В окрестностях с. с. Мтис-Калта и Шкемери породы свиты пропилитизированы по всей мощности (126 м), в ущелье р. Сабанела мощность пропилитизированной зоны равна 52 м, в окрестностях с. Хиди (ущелье р. Сухчела) — 101 м, в ущелье р. Гудзале — 25 м, в окрестностях с. с. Матходжи, Ахали-Бедисеული и Удзлური — 36 м. На других участках породы свиты Мтавари пропилитизированы крайне слабо, либо пропилитизация вовсе не проявлена.

Приуроченность пропилитизации к отдельным участкам С. И. Набоко [5] объясняет зарождением гидротерм в результате растворения вулканических газов в грунтовых водах и разгрузкой их в зонах дробления пород. Поэтому интенсивность пропилитизации на разных участках зависит от гидрогеологических и структурных факторов. Ими, по-видимому, и обусловлена разная интенсивность цеолитовой пропилитизации в свите Мтавари.

Академия наук Грузинской ССР
 Геологический институт

(Поступило в редакцию 2.12.1963)

პეტროგრაფია

3. გუგუშვილი

საქართველოს ბელტის ცარცული ვულკანიზმის შესახებ რეზიუმე

ტუტე-ვულკანური აქტივობა საქართველოს ბელტზე ქვედა ტურონიდან დაიწყო. ცარცულმა ვულკანიზმმა საქართველოს ბელტზე მთავრის ვულკანოგენური წყება მოგვცა, რომლის სტრატეგრაფიული საზღვრები ქვედა ტურონისა და სანტონს შუა მერყეობს. პეტროგრაფიულად იგი წარმოდგენილია პიკრიტ-ბაზალტების, ანალციმიანი ოლივინიანი ბაზალტების, ტრაქიბაზალტების, ტრაქიანდეზიტების, ტრაქიტებისა და ფონოლითების ტუფებისა და განფენების მორიგეობით. ქიმიზმითა და პეტროგრაფიული ხასიათით მთავრის ვულკანოგენური წყება ფ. ტერნერისა და ჯ. ფერჰუგენის მიერ გამოყოფილ ტუტე-ოლივინიანი ბაზალტის ასოციაციას შეესაბამება.

მთავრის წყებას სხვადასხვა უბანზე მკვეთრი ფაციალური სხვაობები ახასიათებს, თუმცა ეს სხვაობები ქანთა ერთი და იგივე ასოციაციის ფარგლებს არ სცილდება. მთავრის წყება წარმოდგენილია ტრაქიტებისა და ტრაქიანდეზიტების მორიგეობით პიკრიტ-ბაზალტებთან. ეს მორიგეობა ყველგან კანონზომიერი და თანმიმდევრულია. ქრილებში ტრაქიტულ ქანებს პიკრიტ-ბაზალტები ცვლიან, ოღონდ ზოგ ქრილში ეს მორიგეობა ერთჯერადია, ზოგ-

ში—ორჯერადი; ერთ ჭრილში კი სამჯერადი მორიგეობა გვაქვს. ვფიქრობთ, რომ ვულკანური მასალის ამოფრქვევა სხვადასხვა ვულკანური კერებიდან ხდებოდა. მაგმის დიფერენციაცია ვულკანურ კერებში ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად მიმდინარეობდა. თავის მხრივ ეს განცალკევებული ვულკანური კერები ერთ დედა მაგმურ კერასთან იყვნენ დაკავშირებულნი. ასეთი კავშირი აპირობებდა ცალკეული ვულკანური კერების შევსებას დედა მაგმის ახალი პორციებით, რომლის დიფერენცირება ვულკანიზმის ყოველ შემდგომ რიტმს გვაძლევდა. სწორედ ამან განაპირობა ვულკანური კერების ორგზის და სამგზის დიფერენცირების შესაძლებლობა.

ერთ უბანზე მთავრის წყების ფუძეში ანალციმიანი ოლივინიანი ბაზალტი გვაქვს. ვფიქრობთ, რომ ამ უბანზე ამოფრქვევები არადიფერენცირებული ვულკანური კერიდან ხდებოდა. შემდეგ ვულკანური აქტივობის პროცესში კერამ დიფერენციაცია განიცადა, რაც ტრაქიტული ტუფებისა და პიკრიტ-ბაზალტის ამოფრქვევაში გამოვლინდა.

მთავრის წყებაში პოსტვულკანური პროცესები ცეოლითიან პროპილიტიზაციაში გამოიხატა.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Г. С. Дзоценидзе. Домпоценовый эффузивный вулканизм Грузии. Изд. АН СССР, 1949.
2. Ф. Тернери Дж. Ферхуген. Петрология изверженных и метаморфических пород. ИИЛ, М., 1961.
3. W. Q. Kennedy. Trends of differentiation in basaltic magmas. Am. Journ. Sci., 25, 1933.
4. Д. С. Коржинский. Зависимость метаморфизма от глубинности в вулканогенных формациях. Труды Лаборатории вулканологии, в. 19. Изд. АН СССР, 1961, 5 — 11.
5. С. И. Набоко. Современные гидротермальные процессы и метаморфизм вулканических пород. Труды Лаборатории вулканологии, в. 19. Изд. АН СССР, 1961, 12 — 33.



ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

А. В. МУСХЕЛИШВИЛИ

К ВОПРОСУ ОБ ИЗМЕНЧИВОСТИ СРЕДНЕСАРМАТСКИХ
 МОЛЛЮСКОВ МЕГРЕЛИИ (ЗАПАДНАЯ ГРУЗИЯ)

(Представлено академиком А. Ш. Давиташвили 15. 7. 1963)

Сарматские моллюски издавна подвергались подробному и всестороннему исследованию. Тем не менее, до сих пор еще не все стороны процесса эволюции этой фауны освещены в должной мере. Так, например, ни в фундаментальной монографии В. П. Колесникова [1], ни в прочих работах, посвященных сарматским моллюскам юга СССР, не говорится достаточно подробно о явлениях изменчивости в истории формирования этой фауны.

Между тем исследование собранной нами богатой коллекции среднесарматских моллюсков Мегрелии показывает, что среди факторов эволюции сарматской моллюсковой фауны серьезного внимания заслуживает и изменчивость многих видов моллюсков.

В настоящей заметке мы бы хотели попытаться в некоторой мере восполнить этот пробел.

Судя по материалам, собранным нами в Мегрелии (в ущельях рек Чанисцхали, Олори, Тебене, Хуро, Хобисцхали, Очхамури и др.) на грани раннего и среднего сармата здесь наблюдается довольно существенное обновление моллюсковой фауны, что наряду с довольно резким изменением в то же время литологического состава вмещающих отложений, очевидно, свидетельствует о соответствующих преобразованиях в абиотической обстановке.

В начале среднего сармата здесь, как и почти всюду в сарматском бассейне, впервые появляются *Maetra fabreana* d'Orb., *Paphia gregaria* (Partsch) Goldf., *Cardium fittoni* d'Orb., *Cardium plicatofittoni* Sinz., *Barbotella omaliusii* d'Orb. и др., которые в отличие от их нижнесарматских родичей характеризуются относительно высокой индивидуальной изменчивостью, направленной в целом в сторону увеличения размеров. Так, среди многочисленных представителей *Maetra fabreana* d'Orb. (около 50 экземпляров), которые происходят из среднего

сармата Джгали, Пахулани, Мухури, Джихаскари, наряду с мелкими встречаются особи как средних, так и крупных и очень крупных размеров, с раковиной как тонкостенной, так и толстостенной (при почти одинаковой величине), с умеренно развитым и резко выраженным килем, с резко и слабо выраженными и концентрическими струйками нарастания, с высокой и низкой макушкой и др. При этом отклоняющиеся от типичных экземпляров особи нередко составляют значительную часть всего материала (например, из 50 особей рассматриваемого вида пять мелких размеров, 15 средних, 20 крупных, а 10 очень крупных). Не меньшую степень изменчивости наблюдаем мы и у *Paphia gregaria* (Partsch) Goldf.

Этот вид, исключительно богато представленный в среднем сармате Мегрелии (те же местонахождения), характеризуется резко выраженной изменчивостью величины раковины: попадаются как мелкие и средние, так и крупные и очень крупные его особи (30%). Значительную изменчивость испытывает и форма раковины *Paphia gregaria* (Partsch) Goldf. (от почти круглой до овальной), а также толщина ее стенок (наряду с обычными толстостенными экземплярами часто встречаются тонкостенные). Наконец, у некоторых найденных особей наблюдается едва намеченный киль, разделяющий переднее и заднее поля раковины. Почти то же следует отметить и в отношении изменчивости *Solen subfragilis* M. Hörn., среди особей которого наряду с экземплярами малых и средних размеров часто попадаются очень крупные. Быть может, несколько менее отчетливо выражена изменчивость у кардинид (*Cardium gracile* Pusch., *Cardium fittoni* d'Orb., *Cardium plicatofittoni* Sinz.), хотя и у них явственна тенденция к увеличению размеров. Из числа наиболее характерных для среднего сармата брюхоногих интенсивная изменчивость свойственна трохидам (*Trochus sarmates* Eichw., *Trochus hommairei* d'Orb., *Barbotella hörnesi* Barb., *Barbotella omalusi* d'Orb., *Barbotella grossocostata* Rad. et Pall., у которых, подобно упомянутым нами двустворкам, отчетливо выражена склонность к увеличению размеров. Кроме того, у особей этих видов в разной степени выражены спиральные и усаженные бугорками радиальные ребра. Особого внимания заслуживает возникновение у некоторых форм, близких *Trochus papilla* Eichw., сильно приплюснутых раковин со сглаженными оборотами. Развитие этих черт у трохид среднего сармата Мегрелии представляется нам крайним проявлением наблюдаемой у них изменчивости высоты и орнаментации раковины. Впрочем, судя по отсутствию промежуточных экземпляров между сильно сплюснутыми и относительно высокими раковинами рассматриваемых форм трохид, а также по постоянству в серии экземпляров отмеченного

нами сочетания своеобразных черт (очень низкая приплюснутая раковина и почти совершенно гладкая поверхность оборотов), можно заключить, что в данном случае мы имеем дело с возникновением нового вида, которому предшествовала интенсивная изменчивость у предковых форм.

Таким образом, если присмотреться к характеру изменчивости среднесарматских моллюсков Мегрелии, нельзя не обратить внимания на преобладание почти во всех рассмотренных группах тенденции к увеличению размеров. Создается впечатление направленности этого процесса, подобно тому, как это было отмечено Л. Ш. Давиташвили [2, 3] преимущественно в отношении плиоцена Юга СССР. В то же время изменчивости подвергаются и другие признаки исследуемых моллюсков; при этом среди пластинчатожаберных чаще наблюдается утолщение стенок створок, а у брюхоногих (трохид) — уменьшение высоты раковины. Нам кажется, что и в этих случаях изменчивость носит направленный характер. Постараемся обосновать высказанные предположения.

Всюду в Мегрелии на грани раннего и среднего сармата происходит смена глинистой фации глинисто-песчаной и песчаной. Эта постепенная смена фаций, безусловно, отражает соответствующие изменения в режиме бассейна. Привнос относительно грубозернистого материала, очевидно, связанный с обмелением бассейна, вызвал изменение характера грунта. В связи с обмелением в то же время должны были улучшиться условия аэрации, а также, возможно, освещения. Нет сомнения в том, что резкие изменения в условиях осадконакопления указывают на соответствующие колебания в химизме вод, вызвавшие, по-видимому, некоторое понижение солёности бассейна. Наконец, следует полагать, как на это указывает В. П. Колесников при построении своих сингенетических схем [4], что по мере обмеления бассейна здесь увеличивается привнос растительного детрита, составлявшего основную пищу большинства известных нам среднесарматских моллюсков.

Следовательно, у нас есть основание думать, что в среднесарматском бассейне значительно изменились экологические условия, с чем и связана, очевидно, описываемая нами интенсивная изменчивость признаков у среднесарматских моллюсков. Однако, судя по характеру и направленности этой изменчивости, можно заключить, что соответствующая обстановка в рассматриваемом бассейне сохранялась в течение почти всего среднесарматского времени. Надо отметить, что наблюдаемые у среднесарматских моллюсков утолщение стенок раковин и усиление орнаментации — это признаки, указывающие на приспособление к жизни в прибрежных условиях мелководья, на грубозернистом песчаном грунте. Особенно четко выраженная изменчивость, направленная

в сторону увеличения размеров этих форм, свидетельствует о том, что создавшиеся условия среды были вполне благоприятными для них. В частности, к числу факторов, способствовавших укреплению форм и их процветанию, относятся, по-видимому, отмеченные нами вероятное увеличение привноса растительного детрита, а также улучшение аэрации и, быть может, освещения. Лишь предполагаемое понижение солености среднесарматских вод как будто не вяжется с комплексом оптимальных условий жизни. Однако, если учесть то, что предки представленных в среднем сармате форм были уже в известной мере приспособлены к жизни в условиях неполносоленого нижнесарматского бассейна, дальнейшее приспособление их потомков к жизни в тех же условиях могло вызвать возникновение видов, еще более стойких в отношении пониженной солености. Этим объясняем мы не только переживание, но и расцвет (конечно, при наличии прочих благоприятных условий обитания) целого ряда среднесарматских моллюсков. С указанными изменениями обстановки мы склонны связывать характер изменчивости среднесарматских трохид. Увеличение их размеров и усиление орнаментации в данном случае связаны, вероятно, с улучшением режима питания и условий аэрации.

Подытоживая все изложенное, мы приходим к заключению, что интенсивная изменчивость среднесарматских моллюсков Мегрелии была связана с резким изменением жизненных условий, с обмелением и, возможно, с некоторым опреснением вод. При этом наиболее распространенные уклонения (в сторону увеличения размеров) указывают на то, что изменения режима бассейна были благоприятными для организмов. Эти изменения условий среды действовали, по-видимому, почти на всю моллюсковую фауну и притом отчасти в направлении увеличения размеров, а также утолщения стенок и усиления орнаментации, т. е. в направлении выработки признаков, свойственных обитателям мелководья. Трудно окончательно решить, в какой мере подвергались указанные уклонения действию естественного отбора, но направленность изменчивости, несомненно, свидетельствует о воспитывающем действии среды на природу обладателей этих уклонений. Однако явно приспособленный характер таких уклонений, как утолщение стенок раковины и усложнение скульптуры, естественно, позволяет предполагать и об участии в этом процессе отбора.

Наконец, следует отметить, что указанные нами явления изменчивости моллюсков в той или иной мере проявлялись и в других участках среднесарматского бассейна. Мы имеем в виду тенденцию к увеличению размеров тела у некоторых среднесарматских форм Украины, Северного Кавказа, Мангышлака, Устюрта и других областей, отмеченную Л. С. Белокрыс [5], В. П. Колесниковым [1] и Н. П. Парамоновой

[6]. Можно полагать, что и в этих областях уклонения в направлении увеличения размеров у среднесарматских моллюсков были связаны со сходными или теми же изменениями условий жизни, которые должны были иметь место, по нашему мнению, в Мегрелии.

Академия наук Грузинской ССР
Институт палеобиологии

(Поступило в редакцию 15.7.1963)

ბალეობიოლოგია

ლ. შუსხელიძე

სამეგრელოს (დასავლეთ საქართველო) შუასარმატული
მოლუსკების ცვალებადობის შესახებ

რეზიუმე

სამეგრელოს სარმატული ნაღებებიდან დაგროვილი მოლუსკური ფაუნის შესწავლა გვიჩვენებს, რომ სარმატული მოლუსკების ევოლუციის ერთ-ერთ ძირითად ფაქტორს ცვალებადობა წარმოადგენდა.

შუასარმატის დასაწყისში პირველად ჩნდებიან ისეთი ახალი სახეები, რომლებიც მაღალი ინდივიდუალური ცვალებადობით ხასიათდებიან. მათ ნიჟარის გადიდებისაკენ ტენდენცია აქვთ, ემჩნევათ ნიჟარის კედლის გასქელება და სკულპტურის გართულება. ცხადია, ამ შემთხვევაში ჩვენ საქმე გვაქვს ცვალებადობის მიმართულ ხასიათთან.

მოლუსკების ზემოთ აღნიშნული ცვალებადობა უდავოდ მჭიდროდ იყო დაკავშირებული გარემოს ცვლილებებთან. აუზის გამეჩხერებას, რაც მთელ შუასარმატულ აუზში შეიმჩნევა, მოყვა მცენარეული დეტრიტის ზრდა, გაუმჯობესდა აერაციის და განათების პირობები, შეიცვალა აუზის გრუნტის ხასიათი. მკვეთრმა ცვლილებებმა ნაღებების დაგროვების პროცესში გამოიწვია წყლის ქიმიზმის ცვლა, რასაც ალბათ მოჰყვა მარილიანობის დაცემა. გარემო პირობების ცვლა იწვევდა მოლუსკების ნიჟარის გადიდებას, ნიჟარის კედლის გასქელებას და ორნამენტაციის გართულებას, ე. ი. ისეთი ნიშნების გამოშვებებას, რომლებიც დამახასიათებელია სანაპირო ზოლის ფორმებისათვის.

აღნიშნულ ცვალებადობას შეგუებითი ხასიათი ჰქონდა, რაც გვაფიქრებინებს, რომ ამ პროცესში მონაწილეობდა ბუნებრივი შერჩევის ფაქტორი.

მოლუსკების მსგავს ცვალებადობას ადგილი ჰქონდა მთელ სარმატულ აუზში და არა მარტო სარმატული აუზის ამ ცალკეულ უბანში.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. П. Колесников. Сарматские моллюски. Палеонтология СССР, т. 10, ч. 2, 1935.

2. Л. Ш. Давиташвили. Палеобиология и проблема воспитывающего действия среды на природу организма. Вестник Московского университета, № 10, 1949.
3. Л. Ш. Давиташвили. К изучению закономерностей изменений величины тела в филогенетических ветвях. Пробл. палеонт., т. I. 1936.
4. В. П. Колесников. О некоторых проблемах палеонтологии. Бюлл. Моск. о-ва испыт. природы, отд. геол., т. 24, в. 3, 1949.
5. Л. С. Белокрыс. Об эволюции сарматских мактрид в Борисфенском заливе. Палеонтологический журнал, № 1, 1963.
6. Н. П. Парамонова. Изменчивость и систематика сарматских мактрид Мангышлака и Устюрта. Автореферат, АН СССР, Институт палеонтологии, 1960.



ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

Т. А. ЛОМИНАДЗЕ

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ
 СЕМЕЙСТВА *MACROCEPHALITIDAE*

(Представлено академиком Л. Ш. Давиташвили 10.7.1963)

Macrocephalitidae были свободноплавающими животными, поэтому о глубине бассейна, в котором они жили, можно судить по характеру осадков, отложившихся в данном бассейне, и по комплексу остатков преимущественно бентонной фауны, найденных в этих отложениях.

В изученной нами части Северного Кавказа, где наиболее распространены представители макроцефалитид, в келловейское время существовали более или менее однообразные условия осадконакопления. Изучение этих отложений, которые состоят главным образом из оолитового известковисто-песчанистого грубозернистого материала, указывает на неглубокий характер моря. На это же косвенно указывает хорошая сортировка зернистости обломочных осадков и комплекс двустворок — *Pholadomya*, *Goniomya*, *Pecten*, *Trigonia*, *Pleuromya*, *Ceromya* и др., встречающихся в ассоциации с *Macrocephalitidae* [1].

Изучение разрезов келловейских отложений бассейнов р. р. Черек Балкарский, Чегем, Сехела-дон, Ардон, Урух, Псыган-су, Фиаг-дон и подножий гор Мессина и Ваза-хох показало, что в районах, где в обилии встречаются макроцефалитиды, отложения состоят преимущественно из железисто-оолитовых грубозернистых, известковисто-песчанистых осадков с растительными остатками. В основании этих отложений встречаются конгломераты. Надо отметить, что в конгломератах также встречаются ископаемые остатки макроцефалитид.

К западу от указанных районов, например по р. Белой, где фауны мелководных нижнекелловейских отложений сменяются относительно более глубоководными, *Macrocephalitidae* встречаются не в таком обилии. По р. Белой нами было найдено лишь несколько экземпляров *Pleurocephalites pila* Nik., однако находки И. И. Никшича [2] — *Macrocephalites macrocephalus* Schl., *M. rotundus* Quenst., *Pleurocephalites* aff. *andrussovi* Sem., *Kamptokephalites grantanus* Opp. — не отличаются большим богатством индивидов. К западу от р. Белой число экземпляров макроцефалитид все больше и больше уменьшается.

Такая же картина численного соотношения макроцефалитид наблюдается и к востоку от изученных нами районов.

Это же подтверждается исследованиями, проведенными в Грузии. Как отмечает Н. Г. Химшиашвили [3], в районе с. Цеси и характер келловейских отложений, и характер головоногих моллюсков указывают на близость берега и незначительную глубину бассейна. Именно в этом районе обращает на себя внимание обилие крупных представителей макроцефалитид.

Изменение литологического состава отложений—сокращение количества прослоев песчаника, появление прослоев глин и увеличение мощности глин к востоку от с. Цеси—свидетельствует об углублении бассейна келловейского моря, следствием чего, видимо, явилось уменьшение числа макроцефалитид.

Отмечанная закономерность, кроме Рачи, наблюдается в Абхазии и Южной Осетии. В Абхазии, в районе перевала Доу, верховьев р. р. Решава и Адзага, в непосредственной близости от береговой линии келловейского морского бассейна макроцефалитиды представлены особенно богато [3]. Наши наблюдения полностью подтверждают отмеченную закономерность.

По всей вероятности, макроцефалитиды обитали в мелководных областях морей, т. е. в зонах подвижных вод, на что указывает также довольно большая толщина раковин этих животных.

На основании вышесказанного можно говорить и о приуроченности представителей семейства макроцефалитид к определенным фациям. Представители данного семейства встречаются главным образом в фациях, которые богаты карбонатом кальция и железом. Это хорошо видно на примерах Грузии и Северного Кавказа и подтверждается нахождением этих представителей в таких же фациях в районах их широкого распространения вне территории Советского Союза [4, 5, 6].

Наибольшего расцвета *Macrocephalitidae* достигли в нижнекелловейских морях Средиземноморской и Индо-Мадагаскарской провинций, т. е. в морях с довольно высокой температурой воды. На это указывают карбонатность пород и массивность раковин моллюсков.

Показателем теплого климата можно считать также нижнекелловейские красноцветные железисто-болитовые осадочные отложения на Северном Кавказе.

В. Аркелл [7] полагает, что надежным показателем температуры моря может служить и величина раковины животного.

Анализ келловейской фауны *Macrocephalitidae* и других семейств аммонитов показывает, что в эту эпоху встречаются довольно крупные формы: *Macrocephalites macrocephalus* var. *madagascariensis* Lem., *Indocephalites caucasicus* Djan., *Pleurocephalites abchasicus* Lom., *P. colchicus* Djan.—в окрестностях с. Цеси и в Абхазии, *M. macrocephalus* var. *madagascariensis* Lem., *P. tumidus* Rein. и др.—на Северном Кавказе в

бассейнах р. р. Черек Балкарский, Чегем и Псыган-су. Следовательно, при таком большом количестве крупных форм можно говорить и о довольно теплых водах морей, в которых они обитали. Однако при этом не следует забывать, что размеры раковины зависят не только от температуры моря, но и от его глубины, а также и от других условий [8]. *Macrocephalitidae* имеют всемирное распространение. Можно привести множество примеров почти космополитического распространения многих форм данного семейства, однако в этой статье мы ограничимся лишь одним. *Pleurocephalites pila* Ник., является характерной формой келловей Русской платформы и в этой области ее особи встречаются в большом количестве. Во время келловейской трансгрессии вместе с передвижением береговой линии они распространились и на юг, где продолжали процветать и встречаются в обилии.

Общность многих видов макроцефалитид для Среднеевропейской и Средиземноморской провинции показывает, что связь между кавказским келловейским морем и центральными районами России была довольно широкой. Широкая связь, видимо, не имевшая преград, существовала также между келловейскими морями Кавказа, Индии и Мадагаскара. На это указывает то обстоятельство, что подавляющее большинство видов макроцефалитид (почти 80%), которые найдены на Северном Кавказе, в обилии встречаются лишь в Индии и на Мадагаскаре.

А. Н. Мазарович [9] предполагал, что широкое распространение *Macrocephalites* и *Kepplerites* в центральных областях России можно объяснить гипотезой Вальтера, т. е. пассивным, некропланктонным распространением раковин с севера уже после смерти животного.

Против посмертного переноса раковин аммонитов выступали многие исследователи. Л. Ковач [10], например, считает, что захоронение свободноплавающих форм происходило в районе их обитания и, таким образом, ареалы обитания и захоронения моллюсков совпадали по площади. Об этом же косвенно свидетельствует то, что *Macrocephalitidae* ни на Русской платформе, ни на Кавказе не носят признаков окатанности вследствие морского прилива.

Особую роль в распространении макроцефалитид сыграли келловейская трансгрессия, которая следовала с севера на юг, и морские течения. Большое значение, по-видимому, имела и особенность эволюции макроцефалитид, которая шла в направлении их приспособления к лучшему плаванию [11].

Изучение представителей макроцефалитид показало, что эволюция сечения оборота раковины идет по пути все большего уплощения [11, 12]. Этот факт говорит о том, что *Macrocephalitidae* приспособлялись к лучшему плаванию.

Подходя к вопросу односторонне, некоторые исследователи ошибочно допускали, что формы, которые имеют низкие обороты раковины, были плохими пловцами и вели бентонный образ жизни. [10]. Во всей

литературе, касающейся этого семейства, мы нигде не встречали указания о прижизненных повреждениях у представителей *Macrocephalitidae*. Это, по нашему мнению, подтверждает то, что они плавали довольно хорошо и поэтому редко становились жертвами хищников.

Конечно, нельзя утверждать, что все представители данного семейства были хорошими пловцами. Например, если судить о таких относительно шарообразных формах, как *Indocephalites kheraensis* Spath., *I. diadematus* Waag., *I. dimerus* Waag., *Pleurocephalites pila* Nik., *P. abchasicus* Lom., только по широкому и сравнительно сдавленному сечению оборота раковины, то их не следует считать хорошими пловцами. Однако против их донного образа жизни говорит сильно рассеченная перегородочная линия. Возможно, что у таких шарообразных крупных представителей макроцефалитид плавание в воде облегчалось большим объемом газа в камерах.

В пользу предположения о том, что большинство аммонитов обитало главным образом у поверхности моря, говорит то обстоятельство, что в отличие от наутилоидей, большинство из которых вели бентонный образ жизни, перегородки аммонитов имеют выпуклость, обращенную наружу, а это означает, что давление газов в камерах превышает давление воды [13]. Эти соображения, в свою очередь, противоречат взглядам Л. Спэта [6], который предполагал, что все макроцефалитиды вели образ жизни, аналогичный наутилусам.

Выдающиеся ребра, препятствующие обычно свободному перемещению в воде, у макроцефалитид были расположены так, что не мешали им свободно плавать. Изучение скульптуры представителей данного семейства убедило нас в том, что ребра у зрелых индивидов всегда отклонены к устью, а у дупкового перегиба вогнутость направлена вперед. Ясно, что такое расположение ребер не препятствовало плаванию макроцефалитид. Во время плавания вода, которая попадала между ребрами, беспрепятственно стекала вниз по направлению наклона ребер. В случае противоположного наклона ребер животному при плавании пришлось бы преодолеть сопротивление и той части воды, которая находилась между ребрами.

Внутренние обороты всех родов данного семейства имели широкое низкое сечение оборота раковины и прямые ребра. Вполне возможно, что на ранней стадии онтогенеза особи вели донный образ жизни и позднее переходили к нектонному. Такого же мнения придерживается и Л. Ковач [10] в отношении некоторых свободноплавающих аммонитов.

Некоторые исследователи предполагали, что асимметричное строение перегородочной линии у аммонитов указывает на их бентонный образ жизни. К. Динер [14], например, отмечал, что именно при ползании по дну у аммонитов образовалась асимметрия перегородочной линии.

Л. Спэт [6] также предполагал, что формы с асимметричной перегородочной линией были в основном бентонными ползающими животными.

Почти у всех видов семейства наблюдается асимметричное строение перегородочной линии. Возникает вопрос, не противоречит ли это нашим представлениям о nektonном образе жизни представителей семейства макроцефалитид.

Трудно представить себе, что время выделения новых перегородок животное могло плавать. Как известно, все движения осуществляются посредством мускулов, сжатие же мускулов в это время могло вызвать движение самого животного в раковине, а это, по нашему мнению, могло нарушить процесс выделения перегородок. Образование новых перегородок—длительный и довольно сложный процесс в жизни аммонитов. Возможно, что во время выделения новой перегородки животное опускалось на дно моря и оставалось там до завершения этого процесса. Аммониты для этого выбирали, видимо, тихие и защищенные уголки морского дна, чтобы не стать жертвами хищников. Возможно, что этим и вызвана асимметрия в строении перегородочной линии у аммонитов.

Наконец, мы хотим отметить, что у некоторых макроцефалитид на последних оборотах наблюдается упрощение перегородочной линии. Некоторые исследователи объясняли это явление у аммонитов дегенерацией. Однако мы думаем, что во всяком случае у представителей данного семейства это явление было признаком старости особи. Упрощение перегородочной линии указывает на то, что животное уже не выходило из мелководной части бассейна, не опускалось на большие глубины, так как специальные мускулы, которые меняли объем газа между последней перегородкой и задним краем мягкого тела животного, не могли действовать с полной нагрузкой и ареал обитания уменьшался.

Академия наук Грузинской ССР

Институт палеобиологии

Тбилиси

(Поступило в редакцию 12.7.1963)

პალეობიოლოგია

თ. ლომინაძე

ოჯახი *MACROCEPHALITIDAE*-ს წარმომადგენლები

მეკოლოგიის ზოგიერთი საკითხი

რეზიუმე

ჩრდილოეთ კავკასიის კალციური ნალექების შესწავლამ, ავტორს დაინახვა, რომ ამ ნალექების ის ნაწილები, რომლებშიც ხშირად გვხვდებიან მაკროცეფალიტები, თითქმის ყველგან წარმოდგენილია მსხვილმარცვლოვანი და ნალექი მასალით, ხოლო იმ რაიონებში, სადაც ზღვა ღრმადება, ე. ი. მასალა წვრილმარცვლოვანი ხდება და თიხების სიმძლავრე იზრდება, მაკროცეფალიტების რაოდენობა მკვეთრად კლებულობს. ასეთივე სურათია საქართველოში.

ველოზი და მაკროცეფალიტების გავრცელების სხვა რაიონებში. როგორც ჩანს, მაკროცეფალიტები ზღვის სანაპირო ზოლის ცხოველები იყვნენ.

ყველაზე დიდ გავრცელებას მათ ქვედაკალოვიური ზღვების ხმელთაშუა და ინდო-მადაგასკარის პროვინციებში მიაღწიეს, რომელთა წყლის ტემპერატურა საკმაოდ მაღალი იყო. ამაზე მიუთითებს კარბონატითა და რკინით მდიდარი ნალექები და ნამარხ ცხოველთა ნიქარის საკმაოდ დიდი ზომები.

მაკროცეფალიტები იყვნენ კარგი მცურავი ცხოველები. ამაზე მიუთითებს წიბოთა განლაგება, ტიხრის ხაზის რთული მოხაზულობა და ამ ცხოველთა ევოლუციის თავისებურება, რომელიც მიმართული იყო ხეულის კვეთის დავიწროებისაკენ, რაც აქტიური ცურვისაკენ შეგუებაზე მიუთითებს.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. თ. ლომინაძე. ზოგიერთი ცნობა ოჯახი Macrocephalitidae-ის ცხოვრების პირობების შესახებ. ასპირანტთა და ახალგაზრდა მეცნიერ-მუშაკთა XIII სამეცნიერო კონფერენცია. მოხსენებათა თეზისები, თბილისი, 1962.
2. И. И. Никшич. Юрские отложения бассейна р. Белой на северном склоне Кавказа. Изв. Геол. Ком., т. XXXVI, № 4, 1915.
3. Н. Г. Химшиашвили. Верхнеюрская фауна Грузии. Тбилиси, 1957.
4. E. Daesqué. Vergleichende biologische Formenkunde der fossilen niederen Tiere. Berlin, 1921.
5. A. Jeannot. Die Macrocephaliten des Callovien von Herznach (Aargau). Ecl. Geol. Helvetiae, vol. 47, N 2, 1954.
6. L. Spath. The invertebrate faunas of the bathonian-callovian deposits of Jameson Land (Greenland). Medd. om Crönland, bd. 87, № 7, Kopenhagen, 1932.
7. В. Аркелл. Юрские отложения земного шара. М., 1961.
8. Л. Б. Рухин. Основы общей палеогеографии. Л., 1959.
9. А. Н. Мазарович. К истории юрских и нижнемеловых морей Среднего Поволжья. Сб. Ярославского госуниверситета, в. 2, 1923.
10. L. Kovács. Die charakteristischen Züge der Lebensweise der Ammoniten mit Hinsicht auf die Faziesbestimmung. Banyamernés földm. Karok Köz. Műsz. egyet. Karok sopron, N 19, 1956.
11. თ. ლომინაძე. ზოგიერთი ცნობა გვარ Macrocephalites-ის ევოლუციის შესახებ. ასპირანტთა და ახალგაზრდა მეცნიერ-მუშაკთა XII სამეცნიერო კონფერენცია. მოხსენებათა თეზისები, თბილისი, 1961.
12. P. Lemoine. Ammonites du Jurassique superieur du cercle d'Anallava. Ann de Paleont. V. Vet., VI. Paris, 1911.
13. B. Geeszy. Über das Absterben und die Einbettung der Ammoniten. Ann. Univ. scient. Budapest. Sec. geol., N. 2, 1958.
14. К. Динер. Основы биостратиграфии. М.—Л., 1934.



СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Ан. А. ЛОСАБЕРИДЗЕ, Т. В. КОРДЗАДЗЕ

РАСЧЕТ ТОЛСТЫХ КРУГОВЫХ АРОК С УЧЕТОМ
 УПРУГОСТИ ОПИРАНИЯ

(Представлено академиком О. Д. Ониашвили 10.7.1963)

При расчетах арочных плотин по стержневой схеме нижние арки в большинстве случаев не удовлетворяют условий малой кривизны. Как известно [1], при соотношении $\frac{R}{h} < 4$ влияние смещения нейтральной оси радиального сечения арки от центральной оси является существенным. Расчет толстых арок с учетом упругости опирания пят не освещен в доступной нам литературе.

1. Линии влияния статически неопределимых величин толстых арок при действии радиальных сил

Линии влияния деформаций арок представляют интерес с целью применения их для пространственного расчета арочных плотин по методу, изложенному в работе [2].

Рассмотрим толстую круговую симметричную арку постоянной толщины h , с центральным углом $2\varphi_0$ и радиусом осевой линии R . Через e обозначим смещение нейтральной оси от центральной оси радиального сечения. К левой половине этой арки приложена единичная сила $P=1$ под произвольным углом φ от оси симметрии. Предполагается, что такая же сила действует симметрично и с правой стороны (рис. 1).

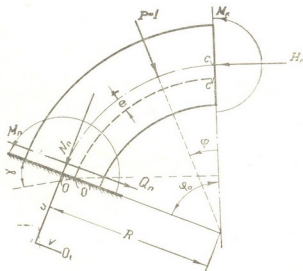


Рис. 1

Для определения упругих деформаций под пятой арки примем следующее допущение: а) контактная прямая пяты арки с поверхностью упругого основания после деформации остается прямой, т. е. применяется гипотеза плоских сечений; б) поворот опорного сечения от действия опорного момента совершается вокруг нейтральной оси.

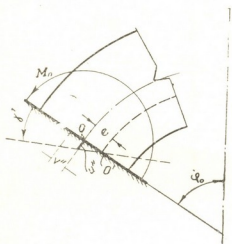


Рис. 2

Рассмотрим упругие деформации основания от действия радиальных сил. На рис. 2 показано действие опорного момента. Упругие деформации контактной поверхности будут

$$E_0 \gamma' = n_4 M_n, \quad E_0 u'' = \gamma' e = e n_4 M_n, \quad E_0 v'' = -n_3 M_n, \quad (a)$$

где [1]

$$e = \frac{h^2}{12R} \left[1 + \frac{4}{15} \left(\frac{h}{2R} \right)^2 \right]. \quad (1)$$

По рис. 3

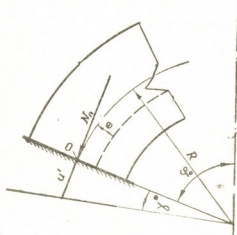


Рис. 3

$$E_0 u' = n_1 N_n, \quad E_0 \gamma''' = E_0 \frac{u'}{R} = n_1 \frac{1}{R} N_n; \quad (b)$$

по рис. 4

$$E_0 v' = n_2 Q_n; \quad E_0 \gamma'' = -n_5 Q_n. \quad (c)$$

Суммарные упругие деформации контактной поверхности будут

$$E_0 \gamma = E_0 (\gamma' + \gamma'' + \gamma''') = n_4 M_n - n_5 Q_n + n_1 \frac{1}{R} N_n, \quad (d)$$

$$E_0 u = E_0 (u' + u'') = n_1 N_n + \epsilon n_4 M_n, \quad (e)$$

$$E_0 v = E_0 (v' + v'') = n_2 Q_n - n_3 M_n. \quad (f)$$

В приведенных выражениях n_1, \dots, n_5 — коэффициенты, характеризующие упругость основания, умноженные на модуль упругости кладки арки.

Данная запись упругих деформаций является обобщенной в смысле применения при определении коэффициентов упругого основания любым методом (упругое полупространство, упругая полуплоскость, гипотеза Винклера и др.). По методу Фогта—Буссинеска [3] будем иметь

$$n_1 = n_2 = \frac{E_0}{E_c} \xi, \quad n_3 = n_5 = \frac{E_0}{E_c} \frac{\eta}{h},$$

$$n_4 = \frac{E_0}{E_c} \frac{\mu}{h^2}, \quad (g)$$

где ξ, η и μ — коэффициенты Фогта.

После этого составим канонические уравнения для определения статически неопределимых величин с учетом упругости опирания (рис. 1).

$$E_0 (\delta_{11} M_k + \delta_{12} H_k + \Delta_{1p} + \gamma) = 0, \quad (h)$$

$$E_0 [\delta_{21} M_k + \delta_{22} H_k + \Delta_{2p} + \Delta + \gamma (f + \epsilon \cos \varphi_0)] = 0, \quad (i)$$

где

$$E_0 \Delta = E_0 (u \cos \varphi_0 + v \sin \varphi_0). \quad (k)$$

Усилия в пяте арки будут

$$M_n = M_k + H_k f - 1 \cdot R \sin (\varphi_0 - \varphi), \quad (2)$$

$$N_n = H_k \cos \varphi_0 + 1 \cdot \sin (\varphi_0 - \varphi), \quad (3)$$

$$Q_n = -H_k \sin \varphi_0 + 1 \cdot \cos (\varphi_0 - \varphi). \quad (4)$$

Деформации арки от единичных сил определяем по обобщенной формуле перемещений, учитывающей взаимовлияние работы изгибающих моментов и нормальных сил [1]:

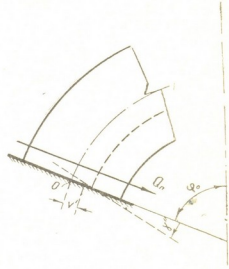


Рис. 4

$$E_0 \Delta_{ip} = \int M_i \left(\frac{M_p}{J} + \frac{N_p}{FR} \right) ds + \int N_i \left(\frac{N_p}{F} + \frac{M_p}{FR} \right) ds + \int \frac{k_1 Q_i Q_p}{F} ds, \quad (4)$$

где

$$k_1 = 2,8 [2].$$

Применяя эту формулу для выделенной расчетной полосы арки единичной высоты, получаем

$$E_0 \delta_{11} = \frac{1}{h^2} \frac{R}{h} 12 \varphi_0, \quad (5)$$

$$E_0 \delta_{22} = \left(\frac{R}{h} \right)^3 12 (1,5 \varphi_0 + 0,5 \sin \varphi_0 \cos \varphi_0 - 2 \sin \varphi_0) + \frac{R}{h} (0,9 \varphi_0 + 2 \sin \varphi_0 - 0,95 \sin 2 \varphi_0), \quad (6)$$

$$E_0 \delta_{12} = \frac{1}{h} \left(\frac{R}{h} \right)^2 12 (\varphi_0 - \sin \varphi_0) + \frac{1}{h} \sin \varphi_0, \quad (7)$$

$$E_0 \Delta_{1p} = - \frac{1}{h} \left[12 \left(\frac{R}{h} \right)^2 - 1 \right] [1 - \cos (\varphi_0 - \varphi)], \quad (8)$$

$$E_0 \Delta_{2p} = - \left[\left(\frac{R}{h} \right)^3 12 - \frac{R}{h} \right] \left[1 - \cos (\varphi_0 - \varphi) + \frac{1}{2} (\varphi_0 - \varphi) \sin \varphi + \frac{1}{4} \cos (2 \varphi_0 - \varphi) - \frac{1}{4} \cos \varphi \right] - \frac{R}{h} [1,4 (\varphi_0 - \varphi) \sin \varphi + 0,7 \cos \varphi - 0,7 \cos (2 \varphi_0 - \varphi)]. \quad (9)$$

Подставляя полученные значения деформаций в уравнения (h) и (i) и решая относительно статически неопределимых величин, получаем

$$M_k = \frac{C_1 B_2 - C_2 A_2}{A_1 B_2 - B_1 A_2}, \quad (10)$$

$$H_k = \frac{A_1 C_2 - C_1 B_1}{A_1 B_2 - B_1 A_2}, \quad (11)$$

где

$$A_1 = E_0 \delta_{11} + n_4, \quad (12)$$

$$A_2 = E_0 \delta_{12} + n_4 f + n_5 \sin \varphi_0 + \frac{n_1}{R} \cos \varphi_0, \quad (13)$$

$$B_1 = E_0 \delta_{21} + n_4 (f + 2 e \cos \varphi_0) + n_3 \sin \varphi_0, \quad (14)$$

$$B_2 = E_0 \delta_{22} + (f + e \cos \varphi_0) \left(n_4 f + n_5 \sin \varphi_0 + n_1 \frac{1}{R} \cos \varphi_0 \right) + n_1 \cos^2 \varphi_0 + n_2 \sin^2 \varphi_0 + n_3 f \sin \varphi_0 + n_4 e f \cos \varphi_0, \quad (15)$$

$$C_1 = -E_0 \Delta_{1p} + n_4 R \sin(\varphi_0 - \varphi) + n_5 \cos(\varphi_0 - \varphi) - \frac{n_1}{R} \sin(\varphi_0 - \varphi), \quad (16)$$

$$C_2 = -E_0 \Delta_{2p} + n_4 (f + 2e \cos \varphi_0) R \sin(\varphi_0 - \varphi) - n_1 \sin(\varphi_0 - \varphi) \left[\frac{1}{R} (f + e \cos \varphi_0) + \cos \varphi_0 \right] + n_2 \sin \varphi_0 \cos(\varphi_0 - \varphi) + n_3 \sin \varphi_0 R \sin(\varphi_0 - \varphi) + n_5 (f + e \cos \varphi_0) \cos(\varphi_0 - \varphi). \quad (17)$$

2. Линии влияния радиальных деформаций толстой арки

Рассмотрим случай, когда $\varphi_j \cong \varphi$ (рис. 5). Воспользуемся выражением (1), которому добавляем влияние упругого смещения пят арки. После соответствующих подстановок, интегрирования и преобразований получим следующую расчетную формулу для определения ординат линии влияния радиальных деформаций арки любого сечения:

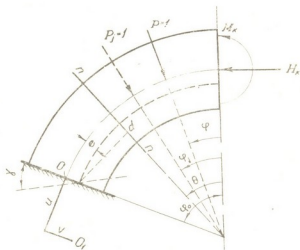


Рис. 5

$$E_0 V_j = -M_k \frac{1}{h} k_1 \left[\left(\frac{R}{h} \right)^2 - \frac{1}{12} \right] - H_k \left\{ k_2 \left[\left(\frac{R}{h} \right)^3 - \frac{R}{h} \frac{1}{12} \right] + \frac{R}{h} \cdot k_3 \right\} + k_4 \left[\left(\frac{R}{h} \right)^3 - \frac{R}{h} \frac{1}{12} \right] + \frac{R}{h} k_5 - M_n [n_4 (R - 2e) \sin(\varphi_0 - \varphi_j) + n_3 \cos(\varphi_0 - \varphi_j)] + N_n n_1 \left(1 - \frac{1}{R} \right) \sin(\varphi_0 - \varphi_j) + Q_n [n_2 \cos(\varphi_0 - \varphi_j) + n_5 (R - e) \sin(\varphi_0 - \varphi_j)], \quad (18)$$

где

$$k_1 = 12 [1 - \cos(\varphi_0 - \varphi_j)], \quad (19)$$

$$k_2 = 12 \left[1 + \frac{1}{2} (\varphi_0 - \varphi_j) \sin \varphi_j + \frac{1}{4} \cos (2 \varphi_0 - \varphi_j) - \right. \\ \left. - \cos (\varphi_0 - \varphi_j) - \frac{1}{4} \cos \varphi_j \right], \quad (20)$$

$$k_3 = 1,4 (\varphi_0 - \varphi_j) \sin \varphi_j + 0,7 \cos \varphi_j - 0,7 \cos (2 \varphi_0 - \varphi_j), \quad (21)$$

$$k_4 = 12 \left[\frac{1}{2} (\varphi_0 - \varphi_j) \cos (\varphi_j - \varphi) + 0,25 \sin (\varphi_j - \varphi) - \right. \\ \left. - 0,25 \sin (2 \varphi_0 - \varphi_j - \varphi) \right], \quad (22)$$

$$k_5 = 1,4 (\varphi_0 - \varphi_j) \cos (\varphi_j - \varphi) + 0,7 \sin (2 \varphi_0 - \varphi_j - \varphi) - \\ - 0,7 \sin (\varphi_j - \varphi). \quad (23)$$

Для выявления эффекта учета кривизны с помощью вышеприведенных формул были проведены численные расчеты арок для различных нагрузок при разных соотношениях $\frac{R}{h}$ и $\frac{E_b}{E_c}$, на основании которых можно сделать следующие выводы:

1. Для арок при соотношении $\frac{R}{h} < 4$ учет кривизны, т. е. смещения нейтральной оси, играет значительную роль при определении деформаций оси арки. Деформация арки возрастает.

2. При увеличении значений $\frac{E_b}{E_c}$ эффект учета кривизны еще более возрастает. Для случая $\frac{R}{h} = 1$, $2 \varphi_0 = 90^\circ$ и $\frac{E_b}{E_c} = 3$ прогиб в ключе арки увеличивается на 32% по сравнению с расчетом без учета кривизны.

3. Вышеуказанная разность еще более возрастает при действии силы в сечениях, удаленных от ключа.

4. Влияние учета кривизны более чувствительно сказывается на изменении напряжений в сторону смягчения.

5. Учитывая значительное влияние кривизны на прогибы толстых арок, встречающихся в нижней части арочных плотин, следует ожидать влияние этого фактора на перераспределение усилий при пространственном расчете.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт строительной механики
 и сейсмостойкости
 Тбилиси

(Поступило в редакцию 10.7.1963)

საჟინებლო მშენებლობა

ან. ლოსაბერიძე, თ. კორძაძე

სქელი წრიული თაღების ანგარიში საპრდენთა
დრეკადობის გათვალისწინებით

რეზიუმე

თაღოვანი კაშხალების გაანგარიშებისას ღეროვანი სქემით ქვედა თაღები ხშირად არ აკმაყოფილებენ მცირე სიმრუდის პირობებს. როგორც ცნობილია როცა ფარდობა $\frac{R}{h} < 4$ რადიალური კვეთის ნეიტრალური შრის გადანაცვლება ცენტრალური ღერძიდან მნიშვნელოვანია.

განხილულია წრიული სქელი თაღი მუდმივი სისქით, დატვირთული ერთეული სიმეტრიული ძალებით, განსაზღვრულია სტატიკურად ურკვევი სიდიდეები. თაღის დეფორმაციები ერთეული ძალებისაგან გამოთვლილია გადაადგილებათა განზოგადებული ფორმულით. მიღებულია საანგარიშო ფორმულა რადიალური დეფორმაციის ჩალუნვის გავლენის ხაზის ორდინატის განსაზღვრავად.

გამოყვანილი ფორმულების საფუძველზე ჩატარებულია რიცხვითი ანგარიშები. მიღებული შედეგები შედარებულია ანგარიშთან სიმრუდის გაუთვალისწინებლად. როცა $\frac{R}{h} = 1$, $\varphi_0 = 45^\circ$ და $\frac{E_s}{E_c} = 3$, დეფორმაციები კლიტეში 32%-ით გაიზარდა.

დადოებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. С. П. Тимошенко. Расчет упругих арок. Госстройиздат, 1933.
2. Ан. А. Лосаберидзе. Линии влияния деформаций круговых арок для расчета арочных плотин по многоконсольной схеме. Гидротехническое строительство, № 8 (в печати), 1963.
3. F. Fogt. Stresses in thick Arches of Dams. Proceedings ASSE, August, 1926.



СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

И. И. ГУДУШАУРИ

О РАСЧЕТЕ ОБОЛОЧЕК МЕТОДОМ НАЛОЖЕНИЯ
 ФИКТИВНЫХ «ОРТОТРОПНЫХ»
 СИСТЕМ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 14.10.1963)

В статье дается краткое изложение сущности нового метода, разработанного автором специально для расчета арочных плотин, как сплошных пространственных систем [1—4]¹. Согласно этому методу уравнения изгиба оболочек записываются в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений, что существенно облегчает решение рассматриваемой сложной задачи. Данный метод может быть эффективным в расчете оболочек (пластинок) различного назначения, в особенности, когда их очертания и граничные условия очень сложны.

Сущность используемой в методе расчетной схемы

В основу излагаемого метода положена новая расчетная схема, согласно которой работа оболочки рассматривается в виде совместного изгиба двух сплошных фиктивных систем—«ортотропных» оболочек. Каждая из этих систем в произвольной точке обладает тремя плоскостями упругой симметрии. Одна из этих плоскостей параллельна срединной поверхности фиктивной системы, а остальные две перпендикулярны линиям $\alpha = \text{const}$, $\beta = \text{const}$ (где α , β —криволинейные координаты, которые в то же время являются линиями главной кривизны срединной поверхности оболочки).

В первой фиктивной системе (ПФС) по направлению α модуль упругости при растяжении (E_2) удовлетворяет условиям $E_2 = E$, а по направлению β — $E_3 = 0$; во второй же фиктивной системе (ВФС), наоборот, $E_2 = 0$, а $E_3 = E$ (где E —модуль упругости материала рассматриваемой оболочки)². Коэффициенты Пуассона фиктивных систем удовлетворяют условиям упругой симметрии.

В отношении же модуля упругости при сдвиге предлагаемая расчетная схема рассматривается в двух вариантах. Согласно первому варианту в ПФС принимается: $G_2 = 0$; $G_3 = G$, а в ВФС: $G_2 = G$; $G_3 = 0$. По

¹ См. также приведенную в работах [3, 4] литературу.

² В расчете арочных плотин первая фиктивная система названа нами «арочной оболочкой», а вторая фиктивная система—«консольной оболочкой», как это предложил акад. О. Д. Онишвили.

второму варианту, наоборот, в ПФС: $G_a = G$; $G_b = 0$, а в ВФС: $G_a = 0$; $G_b = G$ (где G —модуль упругости при сдвиге материала рассматриваемой оболочки). По точности решения задачи эти два варианта схемы не отличаются друг от друга.

В отличие от внешне аналогичной оригинальной схемы И. Я. Штермана [5], позволяющей свести осесимметричные задачи оболочек к уравнениям изгиба балок (арок) на упругом винклеровском основании, предложенная нами расчетная схема охватывает оболочки произвольного очертания с произвольными граничными условиями.

Вывод уравнений изгиба

Ограничимся рассмотрением лишь первого варианта схемы⁽¹⁾.

Пользуясь известными из теории тонкостенных оболочек положениями [7] и учитывая указанные выше упругие характеристики фиктивных систем (согласно первому варианту схемы), уравнения равновесия оболочки запишем в следующем общем виде:

а) для первой фиктивной системы:

$$\frac{1}{A_1 A_2} \left[\frac{\partial A_2 S_1}{\partial \alpha} + \frac{\partial A_1 T_{21}}{\partial \beta} \right] - \frac{Q_1}{R_1} + q_a + p_a^* = 0; \quad (1)$$

$$\frac{1}{A_1 A_2} \left[\frac{\partial A_2}{\partial \alpha} T_{21} - \frac{\partial A_1}{\partial \beta} S_1 \right] - p_b^* = 0; \quad (2)$$

$$\frac{1}{A_1 A_2} \cdot \frac{\partial A_2 Q_1}{\partial \alpha} + \frac{S_1}{R_1} + q_n^{(1)} + p_n^* = 0; \quad (3)$$

$$\frac{1}{A_1 A_2} \left[\frac{\partial A_2 M_1}{\partial \alpha} + \frac{\partial A_1 M_{21}}{\partial \beta} \right] - Q_1 + Q_a^* = 0; \quad (4)$$

$$\frac{1}{A_1 A_2} \left[\frac{\partial A_2}{\partial \alpha} M_{21} - \frac{\partial A_1}{\partial \beta} M_1 \right] - Q_b^* = 0; \quad (5)$$

$$- T_{21} - \frac{M_{21}}{R_2} = - \bar{T}^*; \quad (6)$$

б) для второй фиктивной системы:

$$\frac{1}{A_1 A_2} \left[\frac{\partial A_1}{\partial \beta} T_{12} - \frac{\partial A_2}{\partial \alpha} S_2 \right] - p_a^* = 0; \quad (7)$$

$$\frac{1}{A_1 A_2} \left[\frac{\partial A_2 T_{12}}{\partial \alpha} + \frac{\partial A_1 S_2}{\partial \beta} \right] - \frac{Q_2}{R_2} + q_b + p_b^* = 0; \quad (8)$$

$$\frac{1}{A_1 A_2} \cdot \frac{\partial A_1 Q_2}{\partial \beta} + \frac{S_2}{R_2} + q_n - p_n^* = 0; \quad (9)$$

⁽¹⁾ Для указанного второго варианта схемы Л. А. Розиным дан возможный математический алгоритм, который, согласно изложенным ниже положениям, может быть существенно упрощен.

$$\frac{1}{A_1 A_2} \left[\frac{\partial A_1}{\partial \beta} M_{12} - \frac{\partial A_2}{\partial \alpha} M_2 \right] - Q_2^* = 0; \quad (10)$$

$$\frac{1}{A_1 A_2} \left[\frac{\partial A_2 M_{12}}{\partial \alpha} + \frac{\partial A_1 M_2}{\partial \beta} \right] - Q_2 + Q_2^* = 0; \quad (11)$$

$$T_{12} + \frac{M_{12}}{R_1} = \bar{T}^*, \quad (12)$$

где

$q_n^{(1)}, q_n^{(2)}$ —суммарные значения радиальных составляющих всех внешних воздействий, передаваемых на первую и вторую фиктивные системы,

q_α, q_β —суммарные значения касательных составляющих всех внешних воздействий;

A_1, A_2 —коэффициенты Ламе,

R_1, R_2 —радиусы кривизмы срединной поверхности оболочки по направлениям α и β ,

$\varphi_n^*, p_a^*, p_\beta^*, Q_2^*, \bar{T}^*$ —искомые реактивные усилия взаимодействия фиктивных систем, которые задаются нами в виде полиномов с искомыми коэффициентами. Практически удобные решения можно получить, представляя эти усилия в виде двойных полиномов⁽¹⁾

$$\sum_m \sum_n A_{mn} \varphi_m^i(\alpha) \psi_n^i(\beta), \quad (13)$$

где

A_{mn} —искомые коэффициенты,

$\varphi_m^i(\alpha), \psi_n^i(\beta)$ —произвольные функций.

Исключая из (1)–(12) усилия взаимодействия, убедимся, что эти уравнения эквивалентны уравнениям равновесия теории оболочек [7].

В дальнейшем для упрощения задачи воспользуемся допущениями Лява [7], принимая, что

$$T_{12} = T_{21} = T^*, \quad M_{12} = M_{21} = H^*, \quad (14)$$

а $\frac{M_{12}}{R_1}, \frac{M_{21}}{R_2}$ считая малыми по сравнению с T_{12}, T_{21} .

В случае указанных допущений вместо 12 уравнений равновесий будем рассматривать лишь десять уравнений: в ПФС—(1)–(5), а в ВФС—(7)–(11).

Учитывая природу внутренних сдвигающих и крутящих усилий оболочек, мы вправе отнести T^, H^* также к усилиям взаимодействия фиктивных систем.* Представим и эти усилия в виде по-

⁽¹⁾ В некоторых частных случаях эффективные решения могут быть получены путем представления усилий взаимодействия в виде одинарных рядов.

линомов (13). Но в отличие от остальных усилий взаимодействия усилия T^* , H^* должны удовлетворять известным из теории оболочек соотношениям упругости

$$\tau = -\frac{12}{\epsilon^3 E} (1 + \nu) H^*; \quad (15)$$

$$\omega = \frac{2}{\epsilon E} (1 + \nu) T^*, \quad (16)$$

где τ , ω —кручение и сдвиг срединной поверхности оболочки

$$\tau = \frac{1}{A_1 A_2} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial \alpha \partial \beta} - \frac{1}{A_1} \frac{\partial A_1}{\partial \beta} \frac{\partial w}{\partial \alpha} - \frac{1}{A_2} \frac{\partial A_2}{\partial \alpha} \frac{\partial w}{\partial \beta} \right) + \quad (17)$$

$$+ \frac{1}{R_1} \left(\frac{1}{A_2} \frac{\partial u}{\partial \beta} - \frac{1}{A_1 A_2} \frac{\partial A_1}{\partial \beta} u \right) + \frac{1}{R_2} \left(\frac{1}{A_1} \frac{\partial v}{\partial \alpha} - \frac{1}{A_1 A_2} \frac{\partial A_2}{\partial \alpha} v \right);$$

$$\omega = \frac{A_2}{A_1} \frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{v}{A_2} \right) + \frac{A_1}{A_2} \frac{\partial}{\partial \beta} \left(\frac{u}{A_1} \right); \quad (18)$$

ϵ —толщина оболочки,

w , u , v —компоненты перемещений срединной поверхности оболочки.

Количество неизвестных величин в системе десяти уравнений равновесия (1)–(5), (7)–(11) равняется 13 (M_1 , M_2 , S_1 , S_2 , Q_1 , Q_2 , T^* , H^* , P_n^* , P_z^* , P_α^* , Q_α^* , Q_β^*). Поэтому для решения задачи необходимо к ним добавить еще три самостоятельных зависимости между теми же неизвестными величинами. Эти три уравнения составляем из известных трех условий неразрывности деформаций срединной поверхности оболочки, записав их в усилиях или в перемещениях [7]. Однако упомянутые два вида основных решений (в усилиях и в перемещениях) в излагаемом методе следует понимать в некотором модифицированном виде.

Благодаря замене уравнений равновесия рассматриваемой оболочки [7] уравнениями равновесия фиктивных систем (1)–(12) и представления величин T^* , H^* и усилий взаимодействия в виде полиномов (13) нам удастся определить усилия M_1 , M_2 , S_1 , S_2 , Q_1 , Q_2 непосредственно из условий равновесия.

Рассмотрим сначала три уравнения равновесия ПФС—(1), (3), (4) и исключим из них поперечную силу Q_1 . Принимая при этом T^* , H^* и усилия взаимодействия за известные величины, получим следующую систему двух обыкновенных дифференциальных уравнений для определения M_1 , S_1 :

$$\frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{1}{A_1} \cdot \frac{\partial A_2 M_1}{\partial \alpha} \right) + A_1 A_2 \frac{S_1}{R_1} = -A_1 A_2 (q_n^{(1)} + P_n^*) - \quad (19)$$

$$- \frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{1}{A_1} \frac{\partial A_1 H^*}{\partial \beta} + A_2 Q_\alpha^* \right);$$

$$- \frac{1}{R_1} \cdot \frac{\partial A_2 M_1}{\partial \alpha} + \frac{\partial A_2 S_1}{\partial \alpha} = \frac{1}{R_1} \frac{\partial A_1 H^*}{\partial \beta} - \frac{\partial A_1 T^*}{\partial \beta} + \quad (20)$$

$$+ A_1 A_2 \left[\frac{Q_\alpha^*}{R_1} - (q_\alpha + P_\alpha^*) \right].$$

Аналогично получим из трех уравнений равновесия ВФС—(8), (9), (11) следующую систему для определения M_2, S_2 :

$$\frac{\partial}{\partial \beta} \left(\frac{1}{A_2} \cdot \frac{\partial A_1 M_2}{\partial \beta} \right) + A_1 A_2 \frac{S_2}{R_2} = - A_1 A_2 (q_n^{(2)} - p_n^*) -$$

$$- \frac{\partial}{\partial \beta} \left(\frac{1}{A_2} \cdot \frac{\partial A_2 H^*}{\partial \alpha} + A_1 Q_5^* \right); \quad (21)$$

$$- \frac{1}{R_2} \cdot \frac{\partial A_1 M_2}{\partial \beta} + \frac{\partial A_1 S_2}{\partial \beta} = \frac{1}{R_2} \cdot \frac{\partial A_2 H^*}{\partial \alpha} - \frac{\partial A_2 T^*}{\partial \alpha} +$$

$$+ A_1 A_2 \left[\frac{Q_3^*}{R_2} - (q_3 + p_3^*) \right]. \quad (22)$$

В найденные указанным путем выражения для внутренних усилий $M_1, M_2, S_1, S_2, Q_1, Q_2$, помимо представленных заранее в виде полинома (13) усилий взаимодействия ($p_n^*, p_a^*, p_b^*, Q_3^*, Q_5^*$) и внутренних сдвигающих и крутящих усилий (T^*, H^*), будут входить еще и интеграционные постоянные (каждое из этих «постоянных» является фактически функцией лишь одной из координат α, β), которые определяются из граничных условий оболочки.

Четыре компонента усилий взаимодействия фиктивных систем: $p_a^*, p_b^*, Q_3^*, Q_5^*$ определяются из не использованных еще уравнений равновесия оболочки (2), (5), (7), (10), где вместо M_1, M_2, S_1, S_2 подставляются найденные указанным выше путем их выражения, а вместо $T_{12}, T_{21}, M_{12}, M_{21}$ —выражения этих величин, записанные в виде полинома (13) с учетом зависимостей (14).

Для определения пятой компоненты усилий взаимодействия (p_n^*) условия равновесия оболочки недостаточны. Объясняется это тем, что уравнения (3), (9), которые содержат величину p_n^* , нами были уже использованы при определении усилий $M_1, M_2, S_1, S_2, Q_1, Q_2$. Кроме того, эквивалентное равенству (3), (9) уравнение равновесия оболочки [7], выражающее равенство нулю суммы радиальных составляющих, действующих на малом элементе оболочки всех внутренних и внешних усилий, удовлетворяется при любых значениях p_n^* . Поэтому для определения p_n^* необходимо составить дополнительное соотношение между искомыми величинами, исходя из условий неразрывности деформаций срединной поверхности оболочки.

По аналогии с решениями различных контактных задач теории упругости *без гипотезы Винклера* величина p_n^* является нормальным (радиальным) «реактивным» давлением на срединные поверхности рассматриваемых двух фиктивных систем, возникающим при совместном изгибе последних. И для определения p_n^* следует исходить из условия сращения радиальных перемещений точек срединных поверхностей фиктивных систем

$$w_1(\alpha, \beta) = w_2(\alpha, \beta). \quad (23)$$

Для составления равенства (23) через искомые усилия взаимодействия воспользуемся известными из теории оболочек соотношениями упругости [7]:

$$S_1 = \frac{eE}{1 - \nu^2} (\varepsilon_1 + \nu\varepsilon_2); \quad (24)$$

$$S_2 = \frac{eE}{1 - \nu^2} (\varepsilon_2 + \nu\varepsilon_1); \quad (25)$$

$$M_1 = - \frac{e^3 E}{12 (1 - \nu^2)} (\kappa_1 + \nu\kappa_2); \quad (26)$$

$$M_2 = - \frac{e^3 E}{12 (1 - \nu^2)} (\kappa_2 + \nu\kappa_1), \quad (27)$$

где $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \kappa_1, \kappa_2$ — компоненты деформаций срединной поверхности оболочки (относительные удлинения и изменения кривизны):

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{A_1} \frac{\partial u}{\partial \alpha} + \frac{1}{A_1 A_2} \frac{\partial A_1}{\partial \beta} v - \frac{w_1}{R_1}; \quad (28)$$

$$\kappa_1 = \frac{1}{A_1} \frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{1}{A_1} \frac{\partial w_1}{\partial \alpha} + \frac{u}{R_1} \right) + \frac{1}{A_1 A_2} \frac{\partial A_1}{\partial \beta} \left(\frac{1}{A_2} \frac{\partial w_1}{\partial \beta} + \frac{v}{R_2} \right); \quad (29)$$

$$\varepsilon_2 = \frac{1}{A_2} \frac{\partial v}{\partial \beta} + \frac{1}{A_1 A_2} \frac{\partial A_2}{\partial \alpha} u - \frac{w_2}{R_2}; \quad (30)$$

$$\kappa_2 = \frac{1}{A_2} \frac{\partial}{\partial \beta} \left(\frac{1}{A_2} \frac{\partial w_2}{\partial \beta} + \frac{v}{R_2} \right) + \frac{1}{A_1 A_2} \frac{\partial A_2}{\partial \alpha} \left(\frac{1}{A_1} \frac{\partial w_2}{\partial \alpha} + \frac{u}{R_1} \right). \quad (31)$$

Учитывая, что выражения для M_1, M_2, S_1, S_2 уже найдены, перепишем равенства (24)–(27) с учетом (28)–(31) в более удобном виде:

$$\frac{1}{A_1} \frac{\partial u}{\partial \alpha} + \frac{1}{A_1 A_2} \frac{\partial A_1}{\partial \beta} v - \frac{w_1}{R_1} = \frac{1}{eE} (S_1 - \nu S_2); \quad (32)$$

$$\frac{1}{A_2} \frac{\partial v}{\partial \beta} + \frac{1}{A_1 A_2} \frac{\partial A_2}{\partial \alpha} u - \frac{w_2}{R_2} = \frac{1}{eE} (S_2 - \nu S_1); \quad (33)$$

$$\frac{1}{A_1} \frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{1}{A_1} \frac{\partial w_1}{\partial \alpha} + \frac{u}{R_1} \right) = - \frac{12}{e^3 E} (M_1 + M_1^* - \nu M_2); \quad (34)$$

$$\frac{1}{A_2} \frac{\partial}{\partial \beta} \left(\frac{1}{A_2} \frac{\partial w_2}{\partial \beta} + \frac{v}{R_2} \right) = - \frac{12}{e^3 E} (M_2 + M_2^* - \nu M_1), \quad (35)$$

где M_1^*, M_2^* — некоторые новые усилия взаимодействия фиктивных систем:

$$M_1^* = \frac{e^3 E}{12} \left[\frac{1}{A_1 A_2} \frac{\partial A_1}{\partial \beta} \left(\frac{1}{A_2} \frac{\partial w_1}{\partial \beta} + \frac{v}{R_2} \right) \right]; \quad (36)$$

$$M_2^* = \frac{e^3 E}{12} \left[\frac{1}{A_1 A_2} \frac{\partial A_2}{\partial \alpha} \left(\frac{1}{A_1} \frac{\partial w_2}{\partial \alpha} + \frac{u}{R_1} \right) \right]. \quad (37)$$

Пользуясь изложенным решением в упрощенном виде, последовательность вычислений мы продемонстрировали на примерах расчета арочных плотин [1—4].

В отличие от некоторых существующих методов расчета арочных плотин по стержневым схемам, где эффект влияния крутящих моментов зависит от произвольно намечаемых размеров «арок» и «консолей», предложенная нами расчетная схема позволяет легко учитывать этот фактор без указанного противоречия.

Тбилисский научно-исследовательский
институт сооружений и
гидроэнергетики
им. А. В. Винтера

(Поступило в редакцию 14.10.1963)

სამშენებლო მეცნიება

ი. ლუღუშაური

ბარსების განაბარებება ფიქტიურ „ორტოტროპულ“
სისტემათა შერყმის მეთოდით

რეზიუმე

სტატიაში მოცემულია ნებისმიერი მოხაზულობის გარსების განაბარი-შეების მეთოდი, რომლის მიხედვითაც გარსის ღუნვის განტოლებები ჩაიწერებინან ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემის სახით.

მეთოდს საფუძვლად უდევს ავტორის მიერ 1957 წ. შემუშავებული საანგარიშო სქემა, რომლის მიხედვითაც გარსის მუშაობა წარმოიდგინება ფიქტიურ „ორტოტროპულ“ სისტემათა—გარსთა ერთობლივი ღუნვის სახით.

დასოფიებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. И. Гудушаури. Расчет арочных плотин как пространственных систем по аналогии с расчетом конструкций на упругом основании без гипотезы Винклера. Аннотации законченных в 1959 г. научно-исследовательских работ по гидротехнике. ВНИИГ, Госэнергоиздат, 1960.
2. И. И. Гудушаури. Расчет арочных плотин как пространственных систем. Известия ТНИСГЭИ, т. 13, гл. II, разд. IV, 1961
3. И. И. Гудушаури. Метод расчета арочных плотин как пространственных систем. Сборник статей „Опыт иссл., проектирования и строительства высоких плотин в ГССР“. Изд-во „Сაბოთა საქართველო“, в. I, 1961; в. II, 1963.
4. И. И. Гудушаури. Новый метод расчета арочных плотин как пространственных систем. Гидротехническое строительство. № 4, 1963.
5. И. Я. Штаерман. Расчет купола как арки на упругом основании. Проект и стандарт, № 9, 1933.
6. Л. А. Розин. О расчете конструкций методом расчленения. Информационный сборник Ленидгеп, № 21, 1961.
7. В. В. Новожилов. Теория тонких оболочек. Судпромгиз, 1951.



ТЕХНИКА

О. Г. СОЛОМОНИЯ

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ СПОСОБОВ ПОЛИВА
 С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ЛИНЕЙНОГО
 ПРОГРАММИРОВАНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии П. Г. Шенгелия 2.12.1963)

Для получения высоких и вместе с тем устойчивых урожаев важную роль играет одна из составных частей мелиорации—искусственное орошение.

В последнее время в ирригационной практике Советского Союза наряду с поверхностным поливом успешно применяются различные способы искусственного дождевания: передвижной, полустационарный, стационарный. Появились разновидности поверхностного полива: полив гибкими шлангами, сифонами и т. д.

Каждый из этих видов полива характеризуется различными природными и технико-экономическими показателями. Так, доказано, что поверхностный способ полива применяется до уклонов 2°; полустационарная система искусственного дождевания осуществима до уклонов 8°, после чего переноска дождевальных крыльев затрудняется. Передвижную систему дождевания можно применить до уклонов 15°, а стационарную—почти при любых уклонах. При засоленных почвах и высоком залегании грунтовых вод единственным способом полива является искусственное дождевание.

Осуществление различных способов полива требует различных капитальных затрат. Так, например, поверхностный способ полива гибкими шлангами требует в среднем капитальных затрат больше, чем полустационарная и передвижная системы, но меньше, чем стационарная система. Осуществление полустационарной системы обходится дешевле, чем стационарной и т. д. В то же время поверхностный способ полива требует меньших ежегодных эксплуатационных издержек по сравнению с передвижной системой искусственного дождевания, а стационарная система—по сравнению с полустационарной. Отличаются эти способы полива и потреблением дефицитных строительных материалов (трубы, металл), энергии, мощностей. Стационарная система искусственного дождевания потребляет больше труб, энергии и мощностей по сравнению с полустационар-



варной, в то время как передвижной и поверхностный способы полива в большинстве случаев не нуждаются в трубах и в электроэнергии. Стационарная система самая дорогая, но и самая производительная. Дождевые системы более экономно расходуют воду по сравнению с поверхностными поливами. Урожайность при орошении дождеванием выше, чем при поверхностном поливе и т. д.

Различия перечисленных показателей и конкретные условия рассматриваемого района дают преимущество тому или иному способу полива. Так, в районах с недостатком электроэнергии следует пользоваться поверхностным способом полива или передвижной системой искусственного дождевания, но если район испытывает недостаток в рабочей силе, то предпочтение заслуживает стационарная система искусственного дождевания, хотя, если применить другие способы полива, на те же средства можно в несколько раз увеличить орошаемую площадь.

С другой стороны, ирригационное строительство, так же как и всякое другое, осуществляется на основе плана развития народного хозяйства, которым предусматриваются определенные показатели выделяемых на строительство денежно-материальных ресурсов: электроэнергия, мощность, агрегаты, строительные материалы и др. Эти ресурсы не могут быть изменены, так как это вызовет диспропорцию в общем плане, но должны быть использованы с максимальной эффективностью, которая может быть достигнута при выборе наиболее рациональных способов полива, учитывающих конкретные природно-экономические условия рассматриваемого района (области, республики).

Цель ирригации заключается в получении максимальной и гарантированной продукции сельскохозяйственного производства для удовлетворения растущей потребности нашего общества. Если Y_{ij} —урожай, получаемый путем применения i способа полива на 1 га некоторой площади F_j , а f_{ij} —некоторая часть j -площади, на которой осуществляется i -способ, то необходимо найти такие f_{ij} , при которых общее количество урожая рассматриваемого района будет:

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Y_{ij} f_{ij} + \sum_{j=1}^m \left(F_j - \sum_{i=1}^n f_{ij} \right) Y_j = \max, \quad (1)$$

где

F_j —отдельные площади рассматриваемого района;

Y_j —урожай на 1 га площади j без применения орошения.

Но максимальный урожай должен получиться в пределах имеющейся площади, т. е.

$$\sum_{i=1}^n f_{ij} \leq F_j. \quad (2)$$

Условие (2) учитывает и природные особенности орошаемой территории, так как там, где нельзя осуществить i -способ полива, $f_{ij} = 0$.

Одним из основных показателей, определяющих выбор того или иного способа полива, является величина капитальных вложений. Если осуществление i -способа полива на i га площади j требует k_{ij} капитальных вложений, тогда принятсе орошение не должно выходить из общей суммы ассигнования, т. е.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m k_{ij} f_{ij} \leq K, \quad (3)$$

где

K —общая сумма капитальных вложений.

Применение искусственного дождевания ограничивается расходом дефицитных строительных материалов (водопроводные трубы) и наличием передвижных дождевальных агрегатов (гусеничные тракторы). Поэтому общая схема орошения должна определяться с учетом условий

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m l_{ij} f_{ij} \leq L \quad (4)$$

и

$$\sum_{j=1}^m f_{ij} \leq T_{(i)}, \quad (5)$$

где

l_{ij} —количество труб, необходимое для устройства орошения i -способом полива на i га площади j ;

L —общее количество труб;

$T_{(i)}$ —площадь, которую можно обслужить при наличии (i) агрегатов.

Аналогично рассуждая, при выборе способа полива можно учесть затраты электроэнергии (квт·ч) и потребные мощности (квт):

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \varepsilon_{ij} f_{ij} \leq \varepsilon \quad (6)$$

и

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m N'_{ij} f_{ij} \leq N, \quad (7)$$

где

ε_{ij} и N'_{ij} —необходимое количество электроэнергии и мощности для ведения i -способа полива на i га площади j ;

ε и N —общее количество электроэнергии и суммарная мощность, которыми располагает рассматриваемый район.

Несмотря на высокий уровень механизации сельскохозяйственного производства, рабочая сила при возделывании специфических культур (чай, цитрусы, виноград, табак, хлопок и др.) играет важную роль при выборе того или иного способа полива. Если P —общее число работоспособного сельского населения рассматриваемого района, P' —рабочая сила, необходимая для возделывания и уборки сельскохозяйственных культур и f_{ij} —количество рабочих для производства ирригации i -способом полива на 1 га площади j , то общее потребление рабочей силы составит

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m f_{ij} f_{ij} \cong (P - P'). \quad (8)$$

Но P' зависит от искомой величины урожая рассматриваемого района ($Z = \max$), и поэтому выражение (8) преобразуется следующим образом:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \left(f_{ij} + \frac{Y_{ij} - Y_j}{ST_0} \right) f_{ij} \cong P - \frac{\sum_{j=1}^m Y_j F_j}{ST_0}, \quad (9)$$

где

S —нормы выработки на процессы возделывания и уборки урожая (без ирригации);

T_0 —время, затрачиваемое на выполнение указанных процессов.

В вегетационный период в большинстве районов сельскохозяйственного освоения ощущается острый дефицит в воде, поэтому для ее рационального использования выбор способов полива должен производиться с учетом условий

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m q_{ij} f_{ij} \cong Q, \quad (10)$$

где

q_{ij} —расход воды брутто на 1 га площади j , при орошении ее i -способом полива;

Q —суммарный расход всех источников орошения.

Себестоимость полученного дополнительного урожая с учетом всех вышеперечисленных условий, очевидно, должна быть меньше или равна заранее заданной себестоимости C_0 , какой может быть или себестоимость ранее получаемого урожая, или в некоторых случаях себестоимость взаимно-заменяемого мероприятия, например, расширения площадей под аналогичными сельскохозяйственным культурами [1], т. е. новая себестоимость.

$$C_{ii} = \frac{\sum_i^n \sum_j^m i I_{ij} f_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (Y_{ij} - Y_j) f_{ij}} \cong C_0.$$

или после простых преобразований

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \xi_{ij} f_{ij} \cong 0, \tag{11}$$

где

$$\xi = I_{ij} - C_{ст} (Y_{ij} - Y_j);$$

I_{ij} — эксплуатационные издержки при i -способе полива одного га j -площади.

Если $\xi_{ij} < 0$ при $i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m, f_{ij} \cong 0$, то условие (11) уже соблюдено и себестоимость дополнительного урожая при любых способах полива будет ниже заданной себестоимости.

Если $\xi_{ij} > 0$ при $i = 1, 2, \dots, n$ и $j = 1, 2, \dots, m$, то наблюдается обратная картина, иными словами, себестоимость дополнительного урожая во всех случаях орошения больше заданной себестоимости. Когда некоторые $\xi_{ij} > 0$, следует подобрать такие способы полива, при которых будет соблюдено условие (11).

Решить поставленную задачу, т. е. выбрать с учетом условий (2) — (11) такие способы полива, чтобы получить максимум выражения (1), можно с помощью симплекс-метода линейного программирования, другие методы которого уже находили свое применение в ирригационном проектировании [2, 3].

Симплексный метод позволяет, отираваясь от известного опорного плана задачи (симплекс-таблицы), за конечное число шагов получить ее решение. Для составления симплекс-таблицы неравенства (2) — (11) должны быть преобразованы в равенства, для чего к каждому из них добавляются свободные (единичные) векторы $\lambda_k \cong 0$. Свободные векторы показывают недоиспользование ($\lambda_k > 0$) или полное использование ($\lambda_k = 0$) наличных ресурсов, поэтому они в искомую линейную функцию (1) будут входить с нулевыми оценками. В первый столбец симплекс-таблицы заносятся оценки свободных векторов. Второй столбец составлен из свободных векторов (в данном случае 0 и называются базисными). В третий столбец заносятся величины наличных ресурсов (правые части данных уравнений). В последующие столбцы заносятся свободные векторы, которые составляют единичную матрицу. Далее идут структурные векторы, которые составляют матрицу (α_{ij}) , где α_{ij} — коэффициенты ($k_{ij}, l_{ij} \dots$) данных уравнений. Последняя строка — $Z_j - Y_{ij}$, а верхняя — Y_{ij} . Улучшение симплекс-таблицы происходит следующим образом: отыскиваем вектор

$$\alpha'_{ij} = \alpha_{ij} - \frac{\alpha_k}{\alpha_{k_i j_1}} \alpha_{i j_1} \quad k_i \neq j_1.$$

Получаем новую таблицу, с которой проделываем те же операции, пока для всех j $Z_j - Y_{ij} > 0$. Такая таблица является последней ступенью и указывает на оптимальный результат поставленной задачи.

Когда число неизвестных f_{ij} совпадает с числом уравнений, задача имеет единственное решение, которое получается известными способами алгебры.

Как легко заметить, в методике отражены все показатели (капитальные вложения, эксплуатационные издержки, себестоимость продукции, производительность труда и т. п.), рекомендуемые для определения экономической эффективности того или иного решения.

Расчеты по изложенной методике не представляют больших трудностей, и когда число переменных невелико, их можно производить вручную. При большом количестве переменных (более 50) целесообразно пользоваться электрическими вычислительными машинами.

На основе предложенной методики мл. научным сотрудником Института энергетики Н. Ш. Болгашвили произведены соответствующие расчеты, определяющие наиболее рациональные способы полива для некоторых чаеводческих районов Грузинской ССР, обеспечивающие наибольший экономический эффект.

Институт энергетики
им. А. И. Дидебулидзе
Тбилиси

(Поступило в редакцию 2.12.1963)

ტაშენიკა

ო. სოლომონია

მორწყვის რაციონალური სახეობის შერჩევა წრფივი
პროგრამირების მეთოდების გამოყენებით

რეზიუმე

ბუნებრივ-ეკონომიური პირობების სხვადასხვაობა მკვეთრად აყენებს მორწყვის ისეთი სახეობის შერჩევის აუცილებლობას, რაც საშუალებას მოგვცემს მივიღოთ მაქსიმალური ეკონომიური ეფექტი.

სტატიაში, აღნიშნული კონკრეტული პირობებისათვის წრფივი პროგრამირების ხერხების გამოყენებით მოცემულია მორწყვის ოპტიმალური სახეობის შერჩევის მეთოდიკა.

დაბოლოებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Д. М. Бакрадзе. Методика определения экономической эффективности капитальных вложений в мелиоративном строительстве. Журнал „Сакартвелოს ეკონომისტი“, № 10, 1962.
2. О. Г. Соломония. Применение методов линейного программирования при гидромелиоративном проектировании. Труды Института энергетики, т. XVI, 1962.
3. О. Г. Соломония. Установление оптимальной схемы орошения распределительным методом. Труды Института энергетики, т. XVI, 1963.
4. С. Г а с с. Линейное программирование (методы и приложения). М., 1961.

АВТОМАТИКА

Н. Р. МОМЦЕЛИДZE

ПРИБЛИЖЕННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ
КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ФУНКЦИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 25.10.1963)

Расширение круга задач по комплексной автоматизации производственных процессов с применением управляющих машин требует дальнейшего развития теоретических основ и практических разработок новых средств управления, в связи с чем решающее значение приобретает создание специализированных устройств для проектирования систем автоматического управления.

Применение специализированных вычислительных машин вызвано необходимостью снимать и обрабатывать огромное количество экспериментальных данных. Например, статистические методы анализа и синтеза автоматического управления приводят к громоздким расчетам, связанным с определением и вычислением корреляционных функций. Однако часто вместо корреляционных функций пользуются начальным моментом второго порядка

$$\Gamma_x(t, t') = K_x(t, t') + m_x(t) \overline{m_x(t')}.$$

Начальный момент второго порядка, как и корреляционная функция, для эргодичных случайных сигналов зависит не от t и t' , а только от их разности τ . Для выполнения эргодичности случайного сигнала необходимо, чтобы при неограниченном возрастании T выражение

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T^2} \iint_T k_x(t, t') dt dt' = 0$$

стремилось к нулю.

Для стационарного случайного сигнала можем написать

$$\Gamma_x(\tau) \cong \frac{1}{2T} \int_{-T}^T X(t) X(t - \tau) dt.$$

Начальный момент стационарной случайной величины не зависит от момента времени t и t' , а зависит только от их разности τ .

Таким образом, для определения начального момента второго порядка стационарного случайного сигнала необходимо функцию $X(t)$ сдвинуть

на время τ , перемножить с первообразной функцией и проинтегрировать в пределах от $-T$ до T . Практически для вычисления $\Gamma_x(\tau)$ необходимо каким-либо образом записать $X(t)$ и прокручивать ее для разных значений сдвига. Поэтому все существующие коррелографы отличаются большой громоздкостью. Некоторые типы таких коррелографов описаны в литературе.

При применении аппроксимации случайной функции $X(t)$ имеется возможность значительного упрощения процесса вычисления начального момента второго порядка и корреляционной функции.

Для аппроксимации функции $X(t)$ будем пользоваться конечным полиномом

$$W_n = \sum_{i=1}^n c_i P_i(t).$$

Качество приближения будем оценивать в смысле среднеквадратичного в интервале $\mp T$. Для аппроксимации функции $X(t)$ при помощи полинома $W_n(t)$ необходимо также, чтобы $X(t)$ принадлежало пространству L^2 .

Тогда среднеквадратичская ошибка E будет равна

$$E = \int_{-T}^T [X(t) - W_n(t)]^2 dt.$$

Определим также значение коэффициентов c_i , при котором E достигает минимума.

Для этого производные ошибки по коэффициентам должны равняться нулю.

$$\frac{\partial E}{\partial c_i} = 2 \int_{-T}^T [X(t) - W_n(t)] P_i(t) dt = 0$$

для всех $i = 0, 1, 2, \dots, n$.

Подставим значение $W_n = \sum_{i=0}^n c_i P_i(t)$, тогда

$$\begin{aligned} \int_{-T}^T X(t) P_i(t) dt &= c_0 \int_{-T}^T P_0(t) P_i(t) dt + c_1 \int_{-T}^T P_1(t) P_i(t) dt + \\ &+ c_i \int_{-T}^T P_i^2(t) dt + \dots + c_n \int_{-T}^T P_n(t) P_i(t) dt. \end{aligned}$$

Для однозначного определения коэффициентов c_i на полиномы $P_i(t)$ наложим условие ортогональности и ортонормальности:

$$\int_{-T}^T P_i(t) P_j(t) dt = 0 \quad \text{при } i \neq j,$$

$$\int_{-T}^T P_i^2(t) dt = 1.$$

Если выбрать масштаб времени так, что время T будет равно 1, то полиномы, ортогональные на отрезке $[-1, +1]$, будут полиномами Лежандра:

$$P_0(t) = 1, \quad P_1(t) = t, \quad P_2(t) = \frac{1}{2} (3t^2 - 1),$$

$$P_3(t) = \frac{1}{2} (5t^3 - 3t), \quad P_4(t) = \frac{1}{8} (35t^4 - 30t^2 + 3),$$

$$P_5(t) = \frac{1}{8} (63t^5 - 70t^3 + 15t), \quad P_6(t) = \frac{1}{16} (231t^6 - 315t^4 + 105t^2 - 5),$$

$$P_n(t) = 1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots \frac{(2n-1)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots n} \left\{ t^n - \frac{n(n-1)}{2(2n-1)} t^{n-2} + \right. \\ \left. + \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{2 \cdot 4(2n-1)(2n-3)} t^{n-4} - \dots \right\}.$$

Чтобы получить ортонормированную систему, необходимо определить полиномы как

$$\{P'_n(t)\} = \left\{ \sqrt{\frac{2n+1}{2}} P_n(t) \right\}.$$

Определив таким образом ортогональную и ортонормальную систему, легко найти коэффициенты c_i для наилучшей аппроксимации функции $X(t)$:

$$c_i = \int_{-1}^1 X(t) P'_i(t) dt$$

для всех $i = 0, 1, \dots, n$.

Найдя все интересующие нас c_i , будем пользоваться функцией

$$W_n(t) = \sum_{i=0}^n c_i P'_i(t) \quad \text{вместо } X(t).$$

Коэффициенты c_i являются быстроходящимися, поэтому нет необходимости пользоваться большим числом членов.

Аппроксимировав функцию $X(t)$ при помощи $W_n(t)$, попробуем далее аппроксимировать функцию $X(t - \tau_k)$, вернее $\sum_{i=0}^n c_i P'_i(t - \tau_k)$, при

помощи полиномов V_m вида $\sum_{j=0}^m d_j(\tau_k) P'_j(t)$ для любого счетного и конечного количества τ_k внутри $[-1, 1]$ так, чтобы среднеквадратическая ошибка

$$E = \int_{-1}^1 \left[\sum_{i=0}^n c_i P'_i(t - \tau_k) - \sum_{j=0}^m d_j(\tau_k) P'_j(t) \right]^2 dt$$

была бы минимальной.

Для этого, как показано выше, коэффициенты $d_j(\tau_k)$ необходимо выбрать по формуле

$$\begin{aligned} d_j(\tau_k) &= \int_{-1}^1 \sum_{i=0}^n c_i P'_i(t - \tau_k) P'_j(t) dt = \\ &= \sum_{i=0}^n c_i \int_{-1}^1 P'_i(t - \tau_k) P'_j(t) dt = \sum_{i=0}^n c_i a_{ij}(\tau_k), \end{aligned}$$

где ($i=0, 1, 2, \dots, n$) ($j=0, 1, 2, \dots, m$); $a_{ij}(\tau_k)$ — для фиксированного τ_k некоторая матрица порядка ij и может быть заранее заготовлена.

Найдя аппроксимации

$$X(t) = \sum_{i=0}^n c_i P'_i(t) \text{ и } X(t - \tau_k) = \sum_{j=0}^m d_j(\tau_k) P'_j(t)$$

или

$$X(t - \tau_k) = \sum_{i=0}^m \sum_{l=0}^n c_l a_{il}(\tau_k) P'_i(t),$$

можно вычислить начальный момент второго порядка:

$$\begin{aligned} \Gamma_x(\tau_k) &\cong \frac{1}{2} \int_{-1}^1 X(t) X(t - \tau_k) dt = \\ &= \frac{1}{2} \int_{-1}^1 \sum_{i=0}^n c_i P'_i(t) \sum_{l=0}^m \sum_{j=0}^m c_l a_{lj}(\tau_k) P'_j(t) dt = \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{2} \sum_{i=0}^n \sum_{l=0}^n \sum_{j=0}^m c_i c_l a_{lj}(\tau_k) \int_{-1}^1 P'_i(t) P'_l(t) dt.$$

Ввиду ортогональности полиномов $P'(t)$

$$\Gamma_x(\tau_k) = \frac{1}{2} \sum_{j=0}^m \sum_{l=0}^n c_j c_l a_{lj}(\tau_k).$$

Как видно из изложенного, для нахождения начального момента второго порядка необходимо иметь коэффициенты $a_{lj}(\tau_k)$ для любого фиксированного τ_k и коэффициенты разложения функции по спектру Лежандра.

Для нахождения взаимного момента второго порядка формула переписывается так:

$$\Gamma_{xy}(\tau_k) \cong \frac{1}{2} \sum_{l=0}^n \sum_{j=0}^m c_{lx} c_{ly} a_{lj}(\tau_k).$$

Таким образом, начальный и взаимный момент второго порядка, а также и корреляционные функции могут быть вычислены по коэффициентам ортонормального разложения коррелируемых сигналов.

Тбилисский научно-исследовательский
институт приборостроения и средств
автоматизации

(Поступило в редакцию 25.10.1963)

აბტომატიკა

6. მოცემულია

კორელაციის ფუნქციის განსაზღვრის მიახლოებითი მეთოდი

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია მეორე რიგის საწყისი მომენტისა და კორელაციის ფუნქციის განსაზღვრის მიახლოებითი მეთოდი. მოცემული მეთოდი დამყარებულია საკორელაციო ფუნქციის დაშლაზე ლეჟანდრის ორთონორმალური პოლინომების საშუალებით.

ნაჩვენებია დროში წანაცვლებული ფუნქციის კოეფიციენტების პოენის მეთოდი პირველყოფილი ფუნქციის კოეფიციენტების საშუალებით და მოცემულია მეორე რიგის საწყისი მომენტის გამოთვლის ალგორითმი.

ბოტანიკა

5. ანელო

გულისაბასა და ბუგენვილა კაულიფოლიარები

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. კეცხოველმა 24.6.1963)

ორლებნიან მცენარეებში ფოთლის გამტარი აგრეგატების დაკავშირება ღეროს ცენტრალურ ცილინდრთან მუხლის ან მის ქვედა ნაწილში ხორციელდება კაულიფოლიარების¹ მეშვეობით.

კაულიფოლიარების კავშირი ცენტრალურ ცილინდრთან ჩვეულებრივად ხორციელდება სხვადასხვა მცენარეებში მრავალი ლაკუნის (მულტილაკუნური), სამი ლაკუნის (ტრილაკუნური) და ერთი ლაკუნის (უნილაკუნური) გზით [1,2,3,4]. კაულიფოლიარების აღნიშნული სამი ტიპის კომუნიკაცია ღეროს ცენტრალურ ცილინდრთან, მცირე გამონაკლისების გარდა, დამახასიათებელია ყველა ორლებნიანი მცენარისათვის. ზოგიერთ მცირე რიცხვ სახეობაში ეს წესი კაულიფოლიარების გადაადგილებისა ღეროში (მუხლში) რამდენადმე დარღვეულია და იგი ხასიათდება სრულიად განსხვავებული მიმდინარეობით.

ჩვენი ყურადღება გვინდა შევაჩეროთ კაულიფოლიარების გადაადგილების განსაკუთრებულ შემთხვევაზე, რასაც ადგილი აქვს გულისაბასა (*Mirabilis jalapa* L.) და ბუგენვილაში (*Bougainvillea glabra* Choisy. ოჯახი *Nyctaginaceae*).

გულისაბას (ერთწლოვანი მცენარე მექსიკიდან) ღერო ხასიათდება ნამდვილი დიქოტომური დატოტვით (სურათი 1), რის გამოც ბუჩქი ვითარდება არც თუ ისე მაღალი (60—80 სმ) და აქვს გუმბათისებური მოყვანილობა.

გულისაბას ღეროს მუხლი უნილაკუნური ტიპისაა—ფოთლების მოპირისპირე გაწყობით. სურ. 1-დან ნათლად ჩანს, რომ კაულიფოლიარები ღეროს ცენტრალური ცილინდრის ლაკუნებში (d) განვითარებას არ ამთავრებენ, როგორც ჩვეულებრივად ცენტრალური ცილინდრის სარტყელში [2,4] (სურ. 2 ა, ა₁), არამედ აგრძელებენ ტრანსფორმაციას გულგულში (სურ. 2ბ, ბ₁; 1d; 3ბ, ბ₁ და 3c, c₁). ნაწილი კაულიფოლიარული კონებისა ცენტრიდანული მიმართულებით უკავშირდება ცენტრალურ ცილინდრს შიგნიდან.

ბუგენვილას ღეროს მუხლშიც იგივე მოვლენა აღინუსხება (სურ. 4d). ამგვარად, გულისაბასა და ბუგენვილას მუხლები უნილაკუნური პოლიკაულიფოლიარული მოდიფიკაციისაა, რადგან ლაკუნებში ჩამოყალიბებულია მრავალი

¹ ფოთლის კვლები. თერმინ „ფოთლის კვლების“ შეცვლის საჭიროების შესახებ საკითხი განხილულია ჩვენს შრომაში [2].

გამტარი კონა [2]. ლაკუნაში მრავალი კონის თანაბოვნიერება კი უნდა მიუთითებდეს ბუგენვილასა და გულისაბას წინაპრების ფილოგენეზურად უძველეს მცენარეებთან ახლო კავშირზე [2,5].

გულისაბასა და ბუგენვილას მუხლია კაულიფოლიარებზე დაკვირვებითაც დასტურდება ჯოშისა [6] და ილინის [7] აზრი *Nyctaginaceae*-ს ღეროს მუხლთშორისის ანატომიურად მსგავსი აგებულების მქონე მცენარეების *Amaranthaceae*, *Aizoaceae*, *Phytolaccaceae*, *Chenopodiaceae*-ს შინაგანი სტრუქტურის ანცესტრალობის—უძველესი წარმოშობის შესახებ. სადღეისოდ ეს სტრუქტურა მოსაბობს გზაზეა.

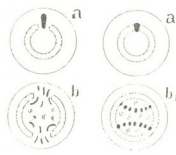


სურ. 1. გულისაბას ფოთლის ყუნწის (abc) და ღეროს მუხლის (d) გამტარი სისტემის ლექსტურები განივ განაკერზე

გულგულში არსებული გამტარი კონები ისევე ეოლატერალური ტიპისაა და ღია, როგორც ცენტრალური ცილინდრის შემქმნელი კონები (სურ. 5), იმ განსხვავებით, რომ ცენტრალური ცილინდრის გამტარ აგრეგატებს შორის განვითარებულია მერქნის მექანიკური ქსოვილი და იქმნება უწყვეტი ცენტრალური ცილინდრი (სურ. 3 d, და e₁) გამტარი აგრეგატების ჩანართებით.

გულისაბას ღეროს ანატომიური შესწავლა გვარწმუნებს, რომ დიქოტომური ტოტების გამტარი აგრეგატებიც (სურ. 3a₁) გაგრძელებას ნახულობენ არა უშუალოდ ცენტრალური ცილინდრის სარტყელში, არამედ გულგულში, რომელსაც მთელი განივჭრილის ნახევარზე მეტი ფართი უკავია. ამრიგად,

გულგულში თავს იყრიან კაულიფოლიარები (სურ. 3 p₂) და დიქტომორ ტოტებთან დაკავშირებული გამტარი კონეები (სურ. 3 III). ეს ფაქტები გვაფიქრებინებს გულგულის დანიზნულების მრავალფუნქციონალობაზე.

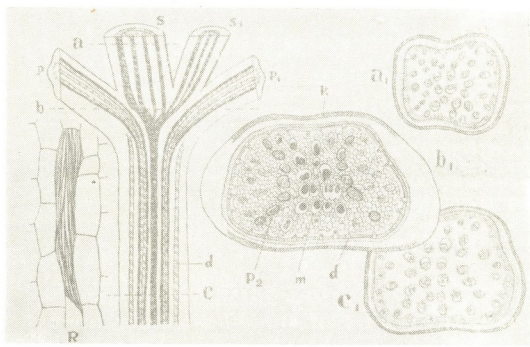


სურ. 2. კაულიფოლიარების დაკავშირების სქემა ღეროს ცენტრალურ ცილინდრთან ორღებნიან მცენარეობებში (a, a₁) და გულისაბაზა და ბუგენვილასში (b, b₁)

ანატომიურად ივეისწავლეთ აგრეთვე ფოთლის ყუნწის აგებულება მთელი სიგრძის სხვადასხვა სიბრტყეზე. ამისათვის გავითვალისწინეთ ორღებნიან მცენარეთა ფოთლის ყუნწის ანატომიური აგებულების ევოლუციური განვითარების ცირითადი ეტაპების ხასიათი, რაც დაწვრილებით განხილულია ჩვენს მონოგრაფიულ შრომაში [2] და გავაკეთეთ შესაფერი დასკვნები გულისაბაზა და ბუგენვილას შესახებ.

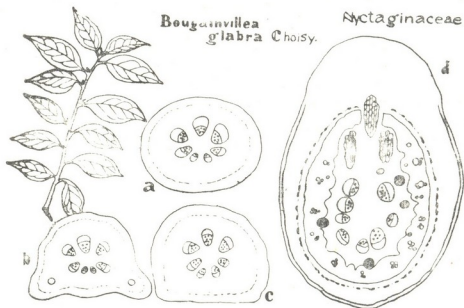
გულისაბაზა ფოთლის ყუნწის აგებულებაში, დაწყებული ფოთლის ფირფიტის ბაზისიდან (სურ. 1 a—პერიპეციოლი, 1 b—მეზოპეციოლი) და გათავებული ყუნწის აროქსიმალური ნაწილით (სურ. 1 c—ბაზიპეციოლი), აღინიანება გამტარი კონების დაშორიშორებულად (დიზუნქტიური ტიპი) ცალ-

მხრივ შეზნეილი ელიფსის ფორმით დალაგება. ელიფსის ადაქსიალური მხარის გამტარი კონები ყუნწის ქვედა სართულზე (სურ. 1 ს, c) რაცდენადმე.



სურ. 3. გულისაბა. კაულიფოლიარების და ტოტების გამტარი აგრეგატების ღეროს ცენტრალურ ცილინდრთან დაკავშირების სქემა სიგრძივ (pp₁, ss₁, d) და ჰანგივანაქურზე (a₁, b₁, c₁). R—დიობლასტი რაფიდიო

უფრო წვრილებია და ელიფსის აბაქსიალური მხარის გამტარ კონებთან შეერთების ერთგვარ ტენდენციას ამჟღავნებენ. ეს პროცესი არაა მიყვანილი საბოლოო სახემდე (თალისებური ფორმა), რაც დამახასიათებელია მრავალი ევოლუციურად თანამედროვე წარმოშობის ბალახოვანი მცენარის ფოთლის ყუნწის აგებულებისათვის [2]. ანაწვე ადასტურებს ის გარემოება, რომ აბაქსიალური მხარის გამტარი კონების თავზე განვითარებულია ყველა კონის დამაკავშირებელი მთლიანი ზოლი ენდოდერმის სახით. გულისხმას ფოთლის ყუნწის ანატომიურ აგებულებაში მოჩანს ევოლუციის ელემენტები შემდგომი გაბალახებისაკენ. არინციპულად იგივე სურათი წარმოგვიდგება ბუგენვილას ფოთლის ყუნწში (სურ. 4-ა-ბ-ც), იმ განსხვავებით, რომ გამტარი კონები აქ სავსებით



სურ. 4. ბუგენვილას ფოთლის ყუნწის (abc) და ღეროს მუხლის (d) გამტარი სისტემის ტექსტურები განივ განაპერხე

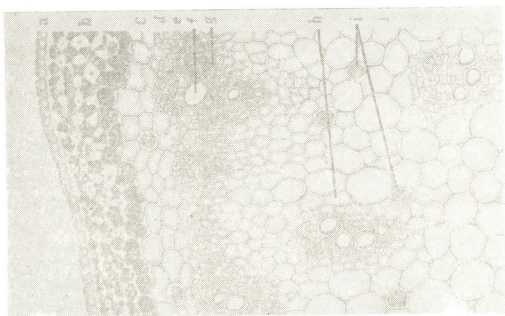
მკვეთრად ვიწრო პირველადი რადიალური სხივებით გამოიჯნული არიან ერთიმეორისაგან (ჟრაგმოიდური ტიპი) და მათი დალაგება ყუნწის მთელ სიგრძეზე წრისებურია. ეს მიუთითებს ანატომიური აგებულების მეტ არქაულობაზე. ფოთლის ყუნწში აღნიშნული ტიპის სტრუქტურა უპირატესად უძველესი წარმოშობის ორლებნიანი მცენარეებისათვისაა დამახასიათებელი [2,5].

ამგვარად, ფოთლის ყუნწის აგებულების ანატომიური ანალიზითაც ბუგენვილასა და გულისხმას ვნახულობთ ევოლუციურად უძველესი წარმოშობის წარმოქმნებს—ანციესტრალურ ნიშნებს.

თუ გულისხმასა და ბუგენვილას ღეროს ანატომიურ აგებულებაში ვხედავთ მკვეთრ განმარტავებელ ნიშნებს ორლებნიან მცენარეთა ღეროსთან შედარებასას, ასეთი მკვეთრი განსხვავება სრულიად არ ჩანს ფოთლის გამტარი სისტემის აგებულებაში. უნდა ვიუქიროთ, რომ გულისხმასა და ბუგენ-

ვილას ღეროში ჯერ კიდევ კარგად შემონახულია ისტორიულ წარსულში არსებული სტრუქტურის თავისებურებანი—ატაგისტური ხასიათის ნიშნები.

გულისაბასა და ბუგენვილას ყლორტის ანატომიური აგებულების მსგავსი შემთხვევები ნახულია სხვა ოჯახებშიც: *Disphaniaceae*, *Caryophyllaceae*, *Piperaceae*, *Ranunculaceae*, *Nymphaeaceae*, *Berberidaceae* [2,8,9,10], რომელთა მრავალ წარმომადგენელში ერთწლიანი ყლორტის გამტარი აგრეგატების განლაგება ღეროს მუხლთშორისში სრულიად განსხვავებული ტიპისაა, ვიდრე საერთოდ ორლებნიან მცენარეებში (სურ. 2).



სურ. 5. გულისაბას ღეროს მუხლთშორისის ანატომიური აგებულება განივ განაკერზე—ფრაგმენტი (a—ეპიდერმა, b—კუთხოვანი კოლენქიმა, c—პირველადი ქოქია ძირითადი კსოვილი, d—ლაფანი, e—კამბიუმი, f—ქურტლები, g—ქსილემის სხვა ელემენტები, h—მეფლარული გამტარი კონა, i—დიდობლასტები რაჟიდებით, j—გულგულის პარენქიმა)

ენგლერი, ვეტსტეინი და კუზნეცოვი [9] აღნიშნავენ, რომ დასახელებულ ოჯახთა რიგი მცენარის ღეროს აგებულებაში მაცემულია ერთლებნიან მცენარეთა ღეროს მსგავსი აგებულება. მათ ამსგავსებენ დრაცენასთან, ალოესთან, იუკასთან და სხვა.

ასეთი შეხედულება, კერძოდ გულისაბასა და ბუგენვილას მიმართ, უსათუოდ მიიღება პირველი შთაბეჭდილებით, რადგან დეტალური გარჩევა არ ადასტურებს ზემოთქმულს. განმასხვავებელი ნიშნებია: 1) გამტარი კონები გულისაბაში ღია კოლატერალურია, დრაცენაში კი, როგორც ცნობილია, დახურული კონცენტრული ტიპისაა. პირველი გამტარ კონებში შეიცავს ქურტლებს, ხოლო მეორე—მარტო ტრაქეიდებს; 2) ღეროს გამსხვილება გულისაბაში მიმდინარეობს როგორც გულგულის გზით ცენტრიდანული კალციფილიარებისა და ტოტების გამტარი აგრეგატების ცენტრალურ ცილინდრში

შემატებით, ისე ცენტრალური ცილინდრის კამბიუმის მეშვეობით. საჭმე გვაქვს ტიპობრივ ერთშიან მრავალჯერად დამყოფ კამბიუმთან, დრაცენაში კი ღეროს გამსხვილება მიმდინარეობს პირველადი ქერქის ძირითადი ქსოვილისაგან წარმოშობილი მრავალრიგიანი გამსხვილებების რგოლის ერთდროული მოქმედებით, რომელიც ქმნის კონცენტრულ (ამფივხალური) ტიპის გამტარ კონებს [7]; 3) კაულიფოლიარებისა და ცენტრალური ცილინდრის გამტარი კონების გადაადგილება ღეროს სიგრძივ განაჭერზე გულისაბაში მიმდინარეობს ერთიმეორის პარალელურად, დრაცენაში კი გამტარი კონები ღეროში (სიგრძივ განაჭერზე) გადაადგილებიდან ირიბი, ერთიმეორის მიმართ მოპირისპირე ხლართებით. ასევეა *Aspidistra*-ში, პალმებში [11].

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ფარმაკოქიმიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 24.6.1963)

БОТАНИКА

Н. А. АНЕЛИ

КАУЛИФОЛИАРЫ НОЧНОЙ КРАСАВИЦЫ И БУГЕНВИЛЛИИ

Резюме

Проводящая система в стебле ночной красавицы (*Mirabilis jalapa* L.) и бугенвиллии (*Bougainvillea glabra* Choisy.) семейства *Nyctaginaceae* представлена центральным цилиндром и расположенными в сердцевине открытыми коллатеральными пучками (рис. 3e). Такое строение не является следствием перемещения каулифолиарных¹, пучков, по общему типу двудольных, а должно быть рассмотрено как совершенно отличный от них тип трансформации.

Связь каулифолиаров осуществляется не непосредственно из коры стебля с центральным цилиндром (рис. 1 и рис. 2 a, a₁), а обходным путем через сердцевину (рис. 2b, b₁), чему предшествует «прорыв» центрального цилиндра, т. е. паренхиматизация отдельных его участков. Часть каулифолиаров расположена непосредственно в сердцевине (рис. 3p₂). В состав сердцевины входят также проводящие пучки (рис. 3m), связанные с ветками дихотома (рис. 3p₂). Все это говорит о большой активности и многофункциональности сердцевины.

Проводящие агрегаты центрального цилиндра и сердцевины на продольном разрезе стебля расположены параллельно (рис. 3) и не образуют кривых или петель различного типа, как это бывает у многих однодоль-

¹ Листовые следы. О целесообразности замены термина „лиственные следы“ изложено в нашей работе [2].

ных. В анатомии стебля ночной красавицы и бугенвиллии дана трансформация проводящих пучков в совершенно новом и довольно оригинальном сочетании (рис. 4,5,6). Аналогия описанного строения с анатомической структурой стебля однодольных растений (арацна), отмеченная некоторыми авторами при их сравнении (Энглер, Ветштейн, Кузнецов), не оправдана.

Анатомически был изучен также черешок листа обоих видов (рис. 1 a,b,c и рис. 5 a,b,c). Учитывая характер этапов эволюционного развития анатомической структуры черешков двудольных растений, рассмотренный подробно в нашей монографической работе [2], мы сделали следующие заключения: а) ближние предки обоих видов должны были быть древесными растениями (кольцеобразно-прерывчатое пучковое строение, рис. 1 a,b,c и рис. 5 abc); б) у ночной красавицы хорошо заметны процессы, направленные к травянистости (дизъюнктивные пучки проявляют тенденцию к соединению пучками абаксиальной стороны (рис. 1 b,c); в) в бугенвиллии отмечается консервативность (фрагмоидные пучки расположены кольцеобразно по всей длине черешка, рис. 5 a,b,c), следовательно, она должна быть расением более древнего происхождения, чем ночная красавица; г) если в анатомии стебля ночной красавицы и бугенвиллии найдены некоторые отличительные черты от двудольных, то в анатомии листа принципиальных отличий нет.

На основе анатомического анализа текстуры проводящей системы черешка листа и каулифолиаров узла стебля предки бугенвиллии и ночной красавицы находятся в близких родственных связях с филогенетически древними растениями. В анатомической структуре стебля бугенвиллии и ночной красавицы сохранены в достаточном количестве признаки анцестрального—атавистического порядка.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. Г. Александров, К. Ю. Абесадзе и др. Принципы строения стебля некоторых травянистых дубоволокнистых текстильных растений и методы его изучения. Л., 1932.
2. Н. А. А н е л и. Анатомия проводящей системы побега и систематика растений. Автореферат, Тбилисский гос. университет, 1961.
3. I. W. Bailey. Nodal anatomy in retrospect. Journ. Arnold Arb., 37, 1956.
4. E. W. Sinnott. Investigation on the phylogeny of the angiosperms. Am. Journ. Bot., 1, 1914.
5. Н. А. А н е л и. Материалы к филогении семейства рутовых. Сб. трудов ТНИХФИ, т. 9, 1961.
6. A. C. Joshi. Some salient points in the evolution of the secondary vascular cylinder of Amaranthaceae and Chenopodiaceae. Am. Journ. Bot., 24, 1, 1937.
7. М. М. И л ь и н. Поликамбиальность и эволюция. Проблемы ботаники, 1, 1950.
8. P. D. Darsham, M. Bharati. Stem anatomy of some Nyctaginaceae. Current Sci., 31, 5, 1962.
9. Н. И. Кузнецов. Введение в систематику цветковых растений. Л., 1936.
10. C. R. Metcalfe and L. Chalk. Anatomy of the Dicotyledons. Oxford, v. 1, 11, 1950.
11. И. П. Бородин. Курс анатомии растений. М.—Л., 1910, 138.



გენტომოლოგია

3. დოლიძე

თიოფოსისადმი ვაზის აბლაბუდიანი ტკიპას რეზისტენტობის
 შესწავლის ზოგიერთი მონაცემი

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდამე 15.10.1963.)

სოფლის მეურნეობაში სინთეზურ-ორგანული პესტიციდების ფართოდ გამოყენებამ წამოჭრა მათდამი რიგი მავნე ორგანიზმების მიერ რეზისტენტობის სერიოზული პრობლემა. აღნიშნული მოვლენის მიზეზით გახშირდა წარმოებაში დანერგული პრეპარატის შეცვლა, რაც თავის მხრივ დამატებით სიძნელეებს ქმნის.

განსაკუთრებით აღინიშნება აკარიციდებისადმი რეზისტენტობა პოლივოლტინური და გამრავლების მაღალი პოტენციალის მქონე ფიტოფაგი ტკიპების შემთხვევაში. ექვს გარეშეა, რომ წარმოებაში ტკიპების წინააღმდეგ აკარიციდებს გამოყენების გარდა გამძლეობის მიზეზით მავნებლის შერჩევას ხელს შეუწყობს აგრეთვე მათზე გარემო ფაქტორთა უარყოფითი მოქმედება, რაც თავის მხრივ აკარიციდის ეფექტურობასაც შეამცირებდა.

ცნობილია [1] ჰაერის მაღალი ტემპერატურის უარყოფითი გავლენა ვაზის აბლაბუდიანი ტკიპას ბიოლოგიაზე. აღნიშნულია [2] ისიც, რომ დასახელებული მავნებლის მიერ აკარიციდისადმი რეზისტენტობის დაჩქარებაში მნიშვნელოვან როლს მკვებავი მცენარეები აპრობებს. ამასთანავე დადგენილია [3, 4] თვით თიოფოსის ტოქსიკურობაზე ჰაერის მაღალი ტემპერატურისა და შ/ტენიანობის, აგრეთვე მზის რადიაციის უარყოფითი მოქმედება, რის გამოც მისი გამოყენებისას მოსალოდნელია მავნებლის სასიკვდილო კონცენტრაციების მაღე გადასვლა სუბლეტალურ და ბოლოს უვნებელ მდგომარეობაში.

აღნიშნული მდგომარეობის გათვალისწინებით, ეს საკითხი შეისწავლებოდა მავნებლისათვის შედარებით ერთგვაროვან და აკარიციდზე უარყოფითი ფაქტორების მინიმუმამდე დაყვანის პირობებში.

მასალა და მეთოდოკა

თიოფოსისადმი ვაზის აბლაბუდიანი ტკიპის რეზისტენტობის შესწავლა დაიწყო აკარიციდებით სრულიად შეუსხურებელი ვენახიდან აღებულ მასალაზე. საცდელი ობიექტები მრავლდებოდა ლაბორატორიაში რქაწითელის ჯიშის ვაზის ქონის კულტურებზე. ქონის კულტურები მოთავსებული იყო პოლიეთილენის აფსკისაგან გაკეთებულ იზოლატორებში (100×45×145 სმ), 28. „მოამბე“, XXXIV:2, 1964

რომლის ზედა ნაწილი ახალი იყო. მუშაობის გასაადვილებლად იზოლატორების ერთი მხარე ვერტიკალურად მოძრაობდა. იზოლატორებიდან ტკიპების გამოსვლის საეჭვო ადგილები დაფარული იყო ტექნიკური ვაზელინით, ხოლო მის ფსკერზე დასხმული წყალი ხელს უშლიდა მავნებლის გადაადგილებას და თანაც აშარავებდა ვაზებს საჭირო ტენიით. იზოლატორებში დადგმული თერმო- და ჰიგროგრაფით აღირიცხებოდა ჰაერის ტემპერატურა და შეფარდებითი ტენიანობა. ჰაერაციის მიზნით ლაბორატორიაში (რომელიც ზამთარშიც არ თბებოდა) მოპირდაპირე ფანჯრის შუკუმები წლის ყველა პერიოდში რჩებოდა ღიად. იზოლატორებში ტკიპების სელექცია ჩატარდა თიოფოსის შესხურებით, რომლის კონცენტრაცია პირველი შესხურებისას იყო 0,005, ხოლო შემდეგში თანდათანობითი მატებით აყვანილ იქნა 0,03%-მდე. ამ დროს შესხურება ჩატარდა მავნებლის ზრდასრულ ფაზაზე „დეზინფალის“ ტიპის სასხურებლით. შესხურების პროცესში ნიადაგი სპეციალური საფენით დაცული იყო შხამის მოხვედრისაგან.

იზოლატორებში გამრავლებულ ტკიპას თაობების ყოველ შესხურებას წინ უსწრებდა ცდისათვის საჭირო რაოდენობით მავნებლის გადასმა სალი ვაზის ქოთნის კულტურებზე. უკანასკნელებს აღრიცხვების გაადვილების მიზნით დატოვებული ჰქონდათ 3 — 5 ფოთოლი, ხოლო ფესვის ყელთან უკეთდებოდა პერგამენტის ქაღალდის კონუსური საფენები ნაპირებზე წასმული ვაზელინით. ასეთი წესით გამზადებულ ვაზებს ცალკე ოთახში ვასხურებდით თიოფოსის ემულსიას, დაწყებული 0,003-დან დამთავრებული ერთი ისეთი მინიმუმი კონცენტრაციით, რომელიც მავნებელს 100%-ით შეამცირებდა. ყოველი მომდევნო კონცენტრაცია ორჯერ მატულობდა, ე. ი. თანმიმდევარ კონცენტრაციებს შორის შეფარდება იყო მუდმივი სიდიდე. ამ შემთხვევაში მავნებელზე შესხურება ჩატარდა ჩასველების მეთოდით 5-წამიანი ექსპოზიციის დაცვით. ცალკეული კონცენტრაცია იცდებოდა ორ განმეორებად, განმეორებაში თითო ვაზი. ყველა კონცენტრაციას ვცდიდით ერთდროულად. ანალიზური თანმიმდევრობით ჩატარდა სამუშაოები აგრეთვე შეუსხურებელ (საკონტროლო) ტკიპებზე. ამ შემთხვევაში იზოლატორებში დარჩენილი მავნებელი ყოველთვის შეუსხურებელი რჩებოდა, ხოლო ძლიერ დაკნინებული ვაზები სალით იცვლებოდა.

აღრიცხვები ტარდებოდა მხოლოდ ზრდასრული ტკიპებისა, შესხურების წინ და შესხურებიდან 24 საათის შემდეგ. სიკვდილიანობის % გამოთვლა ჩატარდა ვაზის ფოთლებსა და საფენზე დათვლილი მკვდარი და ცოცხალი მავნებლის საერთო რაოდენობიდან, რომელიც სწორდებოდა ბუნებრივ სიკვდილიანობაზე. დასახელებული წესით შესხურებული მავნებელი შემდგომი ცდებიდან ითიშებოდა, ხოლო მიღებული შედეგები მუშავდებოდა პრობიტული ანალიზით, რომლის ძირითად შემუშავებლად ბ ლ ი ს ს თელიან [5]. მიღებული შედეგების პრობიტული ანალიზით დამუშავებამ ფართო გამოყენება პპოვა ბიოლოგიაში, როგორც უფრო სრულყოფილმა ბიომეტრიულმა მეთოდმა ცნობილია [6] პრობიტული ანალიზის სხვადასხვა მოდიფიცირება. ჩვენ ძირითადად ვინტეგრირებდით ამ მეთოდის ზოგიერთი გამარტივებით [7].

ვაზის აბლაბუდიან ტკიპაზე თიოფოსის შესტურების ჯერადობის მიხედვით CL-50; CL-84 და CL-92 შესადარებელი სიდიდეები წარმოდგენილია ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში. მანებლის სიკვდილიანობის პროცენტის პრობიტისა და აკარიციდის კონცენტრაციის Ix -ს შორის დამოკიდებულების გამომხატველი მრუდები მოცემულია ნახაზზე.

მიღებული შედეგები

ცხრილში მოყვანილი CL-50; CL-84 და CL-92 მაჩვენებლების შედარებით ირკვევა, რომ ვაზის აბლაბუდიანი ტკიპას წინააღმდეგ თიოფოსით ხშირად შესტურების, მისი პირვანდელი ეფექტურობა მცირდება. თუ პირველი შესტურების დაწყებამდე შესადარებელი სიდიდეები შესაბამისად იყო 10; 48 და 89 ტოლი, ცხრაჯერ შესტურების შემდეგ მათი მაჩვენებლები გაიზარდა 32,4; 112 და 199 მკ/ლ-მდე.

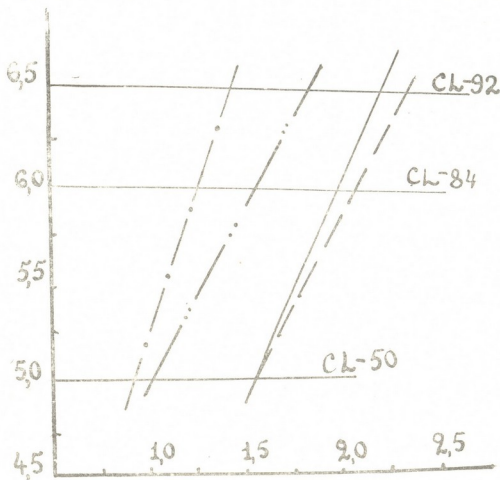
ცხრილი

წლები	შესტურება		ცდის პერიოდში ჰაერის დღელაბური საშ.		CL-50 მკ/ლ-ში	CL-84 მკ/ლ-ში	CL-92 მკ/ლ-ში	დაბნის კონც.
	თარიღი	ჯერადობა	ტემპერატურა	შტენი				
1961	17/V	0	26,5	66	10	48	89	1,05
	5/VIII	2	25	62	17,8	89	177	1
	3/VIII	4	26	64	31	109	177	1,3
1962	11/VI	5	20	64	12,3	56,23	100	1,09
	28/VI	6	23,2	66	25,12	100	158	1,25
	25/VII	8	25,3	68	32,4	89,13	158	1,44
	25/VII	0	25,3	68	7,9	35,5	70,8	1,05
	16/VIII	9	26	65	32,4	112	199	1,26
	16/VIII	0	26	65	6,3	17,8	26,3	1,61

ცხრილიდან ისიც ჩანს, რომ წლების მიხედვით დასახელებული სიდიდეები არათანმიმდევრულად მატულობს. კერძოდ 1961 წ. თიოფოსით ოთხჯერ შესტურებულ ტკიპას თაობებზე მიღებული CL-50; CL-84 და CL-92 უფრო მაღალია (31, 109 და 177), ვიდრე იმავე წელს ხუთჯერ შესტურებულზე გამოზამთრების შემდეგ დადგენილი შესაბამისი სიდიდეები (12,3; 56,23 და 100მკ/ლ). ეს ფაქტი შეიძლება ავსნათ იმით, რომ ბოლო (1961 წ.) მეხუთე და მომდევნო შესტურებას შორის ტკიპამ მოასწრო ხუთი თაობის მოცემა და ის კვლავ შეივსებოდა აკარიციდისადმი მგრძნობიარე ცალარებით. ამ შემთხვევაში ადგილი ექნებოდა შედარებით გამძლე და მგრძნობიარე ინდივიდების ურთიერთშეჯვარებას, რომელთა თაობაში სასქესო პროდუქციის მხრივ აკარიციდებისადმი მგრძნობიარე ეგზემპლარების დომინანტობაზე მიუთითებენ [8].

ცხრილის მონაცემებით უფრო აშკარა განსხვავებაა მიღებული შესადარებელ სიდიდეებს შორის, როდესაც ისინი ერთდროულად დადგინდა თიოფოსით მრავალჯერ და სრულიად შეუსტურებელ ტკიპაზე. თუ, მაგალითად აკარიცი-

ღით რკაჯერ შესხურებულზე CL-50; CL-84 და CL-92 იყო 32,4; 89, 13 და 158, სრულიად შეუსხურებელზე მათი სიდიდეები შესაბამისად უდრიდა 7,9; 35,5 და 70,8 მგ/ლ. ანალიზური შედარებით ცხრაჯერ შესხურებული ტკიპას თაობაზე CL-50; CL-84 და CL-92 სიდიდეები 5; 6 და 7-ჯერ მეტია, ვიდრე შეუსხურებელი მავნებლისათვის მიღებული შესაბამისი მაჩვენებლები. კაზის აბლაბულიან ტკიპას წინააღმდეგ თოფოსით ხშირად შესხურებისას



ნაბ. დამოკიდებულება ტკიპას სიკვდილიანობის პროცენტის პრობიტებისა და თოფოსის კონცენტრაციის ლოგარითმება შორის: აბაცისაზე — კონცენტრაციის ლოგარითმები მილიგრამლიტრობით; ორდინატაზე — სიკვდილიანობის პროცენტის პრობიტო; პირაბითი ნიშნები: ერთ-და ორწუთილოვანი წყვეტილი ხაზები — აკარიციდით შესხურებელი ტკიპები; უწყვეტი ხაზი — მ-ჯერ შესხურებული და წყვეტილი ხაზი — 9-ჯერ შესხურებული მავნებელი

რომ მისი ეფექტურობა მცირდება. თვალნათლივ ჩანს აგრეთვე დიპგრამაზე. თუ მოვახდენთ ორდინატზე მდებარე შესაღარებელი წერტილებიდან ინტერპოლირებას, მაშინ მრავალჯერ და სრულიად შეუსხურებელი ტკიპას მიმართ აბსცისაზე შესატყვისი კონცენტრაციის 1გ შორის აშკარა განსხვავებაა. ამ მხრივ კანონზომიერებას ვერ ვამჩნევთ მრუდების დახრის კუთხის სიდიდეებს შორის და აგრეთვე ცხრილის მონაცემებშიაც, სადაც ის სტატისტიკუ-

რად იქნა გამოთვლილი, მაშინ როდესაც ზოგიერთი მკვლევარი [9, 2, 10], ტკიპას მიერ აკარიციდებისადმი რეზისტენტობის შექმნას მრუდის დახრის კუთხის სიდიდის ცვალებადობით ხსნის. ამასთანავე ისინი მრუდის დახრის სიდიდის ცვალებადობას მიიჩნევენ ტკიპას პოპულაციაში აკარიციდებისადმი განსხვავებული მგრძობიარობის ეგზემპლარების არანორმალურად განაწილების მჩვენებლად. დახრის კუთხის სიდიდეს აღგენენ უშუალოდ გრაფიკზე და სტატისტიკური გამოთვლით.

პირველ შემთხვევაში პოპულაციაში გამძლეების სიჭარბისას მისი სიდიდე მატულობს, ხოლო მეორე შემთხვევაში მცირდება. სწორედ ამიტომ აღნიშნავენ [10], რომ დახრის კუთხის სიდიდის განსაზღვრას აპრობებს აგრეთვე გამოყენებული მეთოდიც. ამ თვალსაზრისით ჩვენი საცდელი ობიექტები არ შეიძლება ჩავთვალოთ თიოფოსისადმი ერთგვაროვან გამძლე პოპულაციად.

რაც შეეხება ვაზის აბლაბუდიანი ტკიპას თაობების წინააღმდეგ თიოფოსით ხშირი შესხურებისას მისი CL 50; CL-84 და CL-92 საღიდეების გაზრდას. ეს უნდა განვიხილოთ როგორც ბუნებრივი შერჩევის შედეგი. ასეთი შერჩევის პროცესში სახეობის შიგნით მემკვიდრულად არსებული განსხვავებული მგრძობიარობის ეგზემპლარებიდან გადარჩებოდნენ უფრო გამძლენი. თავის მხრივ, გადარჩენილი ეგზემპლარები მეტ-ნაკლებად კვლავ წარმოშობდნენ არაერთგვაროვანი მგრძობიარობის თაობას. როგორც ცნობილია [8], აკარიციდისადმი ნაკლებად გამძლე ტკიპები უფრო მეტი გამრავლების პოტენციალით ხასიათდებიან. ვიდრე გამძლენი. სწორედ ამ მოვლენით შეიძლება იყოს გამოწვეული, როცა ტკიპას რამდენიმე თაობაზე თიოფოსით შესხურების შეწყვეტამ შეამცირა მისი CL-50; CL-84 და CL-92 სიდიდეები. ასეთი შექცევადობის ვარეშე ერთხელ შერჩეული გამძლე თაობაზე ხანგრძლივად დარჩებოდნენ, რაც მოქმედი ფაქტორის გამოთიშვის შემდეგ პრაქტიკულად არ არის ცნობილი. ამ აზრის სასარგებლოდ მიუთითებენ მალებული შედეგები [8, 11], სადაც აღნიშნულია ლაბორატორიულ და მინდრვის პირობებში აკარიციდებისადმი გამძლე აბლაბუდიანი ტკიპების მიერ მგრძობიარობის აღდგენა.

ამგვარად, განხილული შედეგების ანალოზით შეიძლება დავასკვნათ, რომ ვაზის აბლაბუდიანი ტკიპას წინააღმდეგ თიოფოსის ხშირი და შემჭიდროებულ ვადებში გამოყენებით მავნებელი იქნის მისდამი დროებით გამძლეობას. თიოფოსის ხშირი მოქმედების შეწყვეტიდან მეხუთე თაობაში ტკიპამ კვლავ აღიდგინა აკარიციდისადმი მგრძობიარობა. მავნებლის მიერ თიოფოსისადმი მგრძობიარობის აღდგენა გამოწვეული უნდა იყოს სახეობის შიგნით აკარიციდისადმი მგრძობიარე ინდივიდების რიცხვობრიობის გაზრდით.

რაც შეეხება თიოფოსისადმი ტკიპას მიერ გამძლეობის შექმნის მოვლენას, მას ვიხილავთ როგორც ბუნებრივი შერჩევის შედეგს, რომლის დროს ადგილს ექნებოდა მემკვიდრულად არსებული გამძლე ინდივიდების გადარჩენას.

საჭარბელოს მებღაღო ბ.ს. ჩევჩავაძისა და
 მელნიკობის საეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მიუყვება 15.10.1963)

Г. В. ДОЛИДЗЕ

ИЗУЧЕНИЕ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ВИНОГРАДНОГО ПАУТИННОГО КЛЕЩКА К ТИОФОСУ

Резюме

При частых обработках клещика тиофосом наступает временная устойчивость к нему. После прекращения воздействия тиофосом на устойчивых клещиков они через пять поколений опять становятся восприимчивыми к акарициду.

Утрата устойчивости клещиков к тиофосу, по-видимому, происходит за счет увеличения численности восприимчивых клещей. Надо полагать, что при увеличении кратности обработок клеща тиофосом происходит естественный подбор устойчивых экземпляров.

დავითობის ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Е. Алексидзе. Экологические факторы, регулирующие численность вредителей винограда. Материалы Всесоюз. научно-методич. совещания по защите винограда от вред. и болезней. Кишинев, 1961.
2. F. Saba. Über Entwicklung und Rückgang der Giftresistenz bei *Tetranychus urticae* Koch und deren Abhängigkeit von der Wirtspflanze. Z. angen. Entomol., 48, № 3, 1961.
3. ს. ქარუმიძე, თ. კუპრაშვილი. ვაზის აბლაბუდიანი ტკიპის წინააღმდეგ ბრძოლის საკითხისათვის. საქართველოს სოფლის მეურნეობის აკადემიის შიდაბეჭ. ტ. II, № 2, 1959.
4. И. Цитович. Анализ инсектицидов и фунгицидов. Госхимиздат, 1952.
5. Приобретение насекомыми и клещами устойчивости к ядам. ИИЛ, М., 1959, стр. 70.
6. БМЭ, т. 28, 1962, стр. 724.
7. Г. В. Гегенава. Математическая обработка опытных данных по токсичности ядохимикатов Труды Ин-га защ. раст. Грузинской ССР, т. 13, 1960.
8. V. Ditrich. Populations genetische untersuchungen an *Tetranychus urticae* Koch. Z. angen. Entomol., 48, № 1, 1961, 34 — 57.
9. L. A. Andres, H. T. Reynolds. Laboratory Determination of organophosphorous insecticide Resistance in Threespecies of *Tetranychus* on cotton. J. Econ. Ent., 51 (3), 1958, 285 — 287.
10. J. R. Busvine. Resistance of insects to insecticides. The ocurrence and Status of insecticide Resistant strains. Chem. ind., 42, 1956.
11. P. Gorman. Paration resistant red spiders. J. Econ. Ent., 43(1), 1960.

микоспоридий (табл.). При этом экстенсивность и интенсивность заражения здесь были наиболее высокими. Такая зараженность, как отмечалось выше, вполне согласуется с биологией храмули, т. е. с ее питанием фитобентосом [7].

Храмули, выловленные в районе нижнего бьефа плотины Мингечаурского водохранилища, были полностью свободны от микоспоридий. По-видимому, это обусловлено влиянием сильного течения, которое сносит споры микоспоридий. Та или иная картина зараженности храмули в двух вышеназванных пунктах вполне согласуется как с экологией этой рыбы, так и с условиями окружающей среды. Сложнее обстоит дело с храмулей из Мингечаурского водохранилища. По аналогии с Тбилиским водохранилищем мы вправе были ожидать столь же сильного заражения его микоспоридиями. Это тем более оправдано, что все рыбы Мингечаурского водохранилища сравнительно сильно заражены данными паразитами. Однако здесь храмуля оказалась зараженной всего двумя видами микоспоридий (*Myxobolus musajevi* и *Myxobilatus varicorhini*), причем процент заражения ими был сравнительно невелик. Среди этих двух видов один — *Myxobilatus varicorhini* имеет споры, которые благодаря наличию хвостовых отростков приспособлены к изгонию в воде. Такие споры

Таблица

Зараженность

храмули паразитическими простейшими из бассейна р. Куры

Вид паразита	Тбилиское водохранилище. Вскрыто 82 экз.	Мингечаурское водохранилище. Вскрыто 15 экз.	Участок нижнего бьефа. Вскрыто 14 экз.
<i>Criptobia branchioli</i> Nic (in Chen, 1956)	1,2%	—	—
<i>Haemogregarinae</i> sp. Kandilov, 1964	—	—	7,1%
<i>Myxobolus muscanti</i> Keysseltz, 1908	6,9%	—	—
<i>Myxobolus mülleri</i> Bütschli, 1882	1,2%	—	—
<i>Myxobolus samgoricus</i> Gogebashvili	6,3%	—	—
<i>Myxobolus lobatus</i> Dogiel, 1934	3,6%	—	—
<i>Myxobolus musajevi</i> Kandilov, 1963	20,7%	13,3%	—
<i>Myxobolus carassii</i> Klokačeva, 1914	13,3%	—	—
<i>Myxobolus oviformis</i> Thélohan, 1882	1,2%	—	—
<i>Myxobolus cyprinicola</i> Reuss, 1906	3,5%	—	—
<i>Myxobolus chondrostomi</i> Donec, 1962	2,4%	—	—
<i>Myxobilatus varicorhini</i> Kandilov, 1963	1,2%	13,3%	—
<i>Myxosoma circulus</i> Achmerov, 1963	2,4%	—	—
<i>Chloromyxum varicorhinus</i> Gogebashvili, 1962	12,1%	—	—
<i>Chilodonella cyprini</i> Moroff, 1902	4,8%	—	7,1%
<i>Ichtiophthirius multifiliis</i> Fouquet, 1876	2,4%	—	—
<i>Glossatella piscicola</i> Blanchard, 1885	2,4%	—	—
<i>Trichodina reticulata</i> Hirschman et Partsch, 1955	4,8%	—	—



можно легко подхватить и непосредственно из толщи воды¹. Другой вид *Myxobolus musajevi* имеет споры, быстро опускающиеся на дно. В связи с этим заражение ими из толщи воды затруднено. Храмуля в Мингечаурском водохранилище очень слабо заражена этим паразитом. Все остальные виды микоспоридий со спорами, быстро опускающимися на дно (*Myxobolus musculi*, *M. mülleri*, *M. lobatus*, *M. carassii*, *M. oriformis*, *M. cyprinicola* и др.), у этой храмули отсутствовали. Такой характер заражения храмули из Мингечаурского водохранилища свидетельствует о том, что она утратила постоянную трофическую связь с дном водоема.

Действительно, в Мингечаурском водохранилище создались своеобразные условия. Это водохранилище является самым глубоким в Советском Союзе (максимальная глубина 68 м). Для него характерна резкая стратификация. В природных слоях наблюдается пониженная температура, сильная минерализация и пониженное содержание кислорода. Это приводит к полному исчезновению в Мингечаурском водохранилище фито-

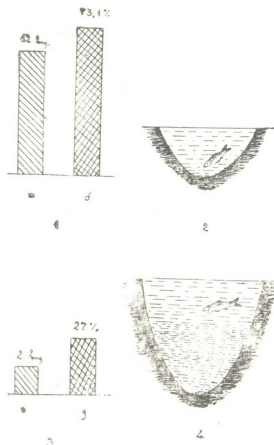


Рис. 1. Схема зараженности микоспоридиями храмули из Тбилисского и Мингечаурского водохранилищ. 1—степень зараженности храмули микоспоридиями в Тбилисском водохранилище: а) количество видов микоспоридий, б) общий процент инвазии; 2—схема Тбилисского водохранилища в разрезе; 3—степень зараженности храмули микоспоридиями в Мингечаурском водохранилище; г) количество видов микоспоридий, д) общий процент инвазии; 4—схема Мингечаурского водохранилища в разрезе

¹ К парению в воде приспособлены и очень мелкие споры *Chloromyxum vivorhini*. Остальные восемь видов имеют споры, сравнительно быстро опускающиеся на дно.

бенгоса, в связи с чем храмуля этого водохранилища вынуждена перейти к питанию фитопланктоном [8,9]. К тому же, по данным Деметрашвили [11], храмуля не опускается на глубину более 16 м. Все это приводит к пространственной изоляции храмули Мингечаурского водохранилища от дна водоема. Так как при этом рыба имеет значительно меньше шансов проглотить из толщи воды опускающиеся споры миксоспоридий, то слабая зараженность храмули этими паразитами является экологически обусловленным явлением.

Интересно отметить, что в Тбилисском водохранилище также имеются большие глубины, где наблюдается стратификация, правда, не такая резкая, как в Мингечаурском. Однако здесь встречаются и мелководные, сильно прогреваемые участки с развитым фитобентосом. Именно к таким участкам приурочена храмуля [10]. Поэтому храмуля в Тбилисском водохранилище не меняет характера своего питания, а так как при слабом течении создаются благоприятные условия для заражения миксоспоридиями, она сильно заражается ими. Таким образом, в каждом из трех пунктов, где проводились исследования, создалась своя экологически обусловленная картина заражения храмули. В Тбилисском водохранилище храмуля сильно заражена миксоспоридиями, чему способствуют режим водоема (слабое течение) и биология самой рыбы (питание фитобентосом).

В районе нижнего бьефа плотины Мингечаурского водохранилища характер питания рыбы благоприятствует заражению миксоспоридиями, однако режим водоема (сильное течение) сводит на нет возможность заражения этими паразитами. Наконец, благодаря слабому течению в Мингечаурском водохранилище создаются благоприятные условия для заражения рыбы миксоспоридиями. Но специфические условия этого водоема вызвали изменения биологии храмули, что сильно уменьшило возможность заражения этой рыбы миксоспоридиями. На схеме изображена зависимость зараженности миксоспоридиями из Тбилисского и Мингечаурского водохранилищ от условий водоема и характера питания этих рыб (рис.).

Следовательно, зараженность храмули миксоспоридиями из разных пунктов бассейна р. Куры служит ярким примером зависимости паразитофауны как от биологии хозяина, так и от окружающих его условий.

Академия наук Грузинской ССР
Институт зоологии

(Поступило в редакцию 7.12.1963)

პარაზიტოლოგია

0. გობეგაშვილი, ნ. კანელიძე

მდ. მტკვრის აუზში მოხონადრს ხრამულის პროტოფაუნის
ეკოლოგიური ანალიზი

რეზიუმე

შრომის ავტორებმა მიხნად დაეისახეთ მდ. მტკვრის აუზის თევზების და კერძოდ, ხრამულის პარაზიტული უმარტივესების შესწავლა. გამოკვლევები ჩატარდა თბილისის წყალსაცავის, მინგეჩაურის წყალსაცავისა და მისი კაშხლის ქვედა ბიფის რაიონში. ნთლიანად მტკვრის ხრამულში რეგისტრირებულია 18 სახეობის პარაზიტული უმარტივესი, მათ შორის მიქსოსპორიდიების 12 სახეობა. თბილისის წყალსაცავში ხრამული დაავადებული იყო ზემოთ აღნიშნული პარაზიტის ყველა სახეობით. მინგეჩაურის წყალსაცავში ხრამული თავისუფალი აღმოჩნდა მიქსოსპორიდიებისაგან, ხოლო კაშხლის ქვედა ბიფის რაიონში ხრამულს აღმოჩნდა მხოლოდ ორი სახეობის მიქსოსპორიდა. მტკვრის აუზის სხვადასხვა მონაკვეთში ხრამულის უმარტივესებით დაავადებების ამგვარ მკვეთრ განსხვავებას ავტორები უკავშირებენ ეკოლოგიურ ფაქტორებს, რომლებიც არაერთგვაროვანია აღნიშნულ წყალსაცავებში. თბილისის წყალსაცავში ხრამულის მიქსოსპორიდიებით დაავადებას ხელს უწყობს როგორც წყლის რეჟიმი, ისე თევზების ბიოლოგია (ფიტობენტოსით კვება). მინგეჩაურის წყალსაცავში ფიტობენტოსის სრულიად არ აღინიშნება, რაც იწვევს ხრამულის კვებას ფიტოპლანქტინით. მინგეჩაურის წყალსაცავის კაშხლის ქვედა ბიფის რაიონში თევზის კვების ხასიათი ხელს უწყობს მიქსოსპორიდიებით დაავადებას, ხოლო წყლის სწრაფი დინება ამცირებს მას.

ამგვარად, ხრამულის მიქსოსპორიდიებით არაერთგვაროვანი დაავადება მდ. მტკვრის აუზის სხვადასხვა რაიონში ადასტურებს პარაზიტოფაუნის დამოკიდებულებას როგორც მასპინძელ ბიოლოგიაზე, ისე გარემო ფაქტორებზე.

დამოწმებული ლიტერატურა— ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Б. Е. Курашвили, Т. Э. Родоная, Л. И. Коява. К изучению гельминтофауны рыб некоторых внутренних водоемов Грузии. Труды Ин-та зоологии АН ГССР, т. 10, 1951.
2. Т. К. Михайлов. Особенности формирования паразитофауны Мингечаурского водохранилища. Изв. АН Аз. ССР, № 10, 1961.
3. Т. А. Платонова. Паразитофауна некоторых рыб оз. Севан. Паразитол. сб., 21, 1963.
4. Е. А. Чиберашвили. Паразитофауна пресноводных рыб ГССР. VIII совещание по параз. проблемам. Тез. докл., 1955.
5. Е. А. Чиберашвили. К изучению паразитофауны рыб Тбилисского водохранилища. Тез. докл. Груз. зоотехн.-ветер. учебно-иссл. ин-та, 1961.

6. И. В. Гогобашвили. Новый вид микроспоридий *Chloromyxum varicorhinus Gogebashvili* nov. sp. из желчного пузыря храмули. Сообщения АН ГССР, т. 29, № 3, 1962.
7. Ю. А. Абдурахманов. Рыбы пресных вод Азербайджана. Изв. АН Аз. ССР, Баку, 1962.
8. А. Н. Державич. Куринское рыбное хозяйство и мингечаурская проблема. Изв. АН Аз. ССР, Баку, 1939.
9. А. Н. Державин. Куринское рыбное хозяйство. Животный мир Азербайджана. Баку, 1956.
10. М. Г. Деметрашвили. К биологии типичной храмули *Varicorhinus caproëta typica* (Güldenstädt). Сообщения АН ГССР, т. XI, № 7, 1950.
11. М. Г. Деметрашвили. Материалы к изучению ихтиофауны Тбилисского водохранилища. Труды Ин-та зоологии АН ГССР, т. XIX, 1963.



ЗООЛОГИЯ

Д. Н. КОБАХИДZE

К ЛАНДШАФТНО-СТАЦИАЛЬНОМУ РАЗМЕЩЕНИЮ
DACTYLOCHELIFER LATREILLEI (LEACH) В УСЛОВИЯХ
 ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Каландадзе 4.11.1963)

Как известно, *Dactylochelifer latreillei* по сравнению со многими видами ложноскорпионов имеет меньшее географическое распространение. Он встречается по всей Европе, но в западной и южной ее части представлен шире, в северной—уже (M. Beier, 1932; H. Lohmander, 1939). Отмечалась и его сравнительная стенотопность (H. Lohmander, 1939). Что касается Грузинской ССР, то *Dactylochelifer latreillei* указывался недавно и лишь из одного местонахождения—г. Поти (Д. Н. Кобахидзе, 1943).

После биометрической обработки наших многочисленных сборов ложноскорпионов из самых различных ландшафтных зон Грузинской ССР выяснилось, что большинство проб *Dactylochelifer* без сомнения принадлежит к кругу форм *Dactylochelifer latreillei* и лучше всего совпадает с *Dactylochelifer latreillei latreillei*.

Приводим фактические материалы.

В пределах зоны влажных субтропиков Западной Грузии этот вид найден в следующих местах:

1. г. Батуми, Парк пионеров и школьников, под корой *Eucalyptus viminalis* и *Platanus occidentalis* (20.VII.1960).
2. г. Кобулет, крупные деревья *Platanus occidentalis* в приморской зоне курорта, под корой (21.VII.1960).
3. Аваклиа, под корой большого дерева *Platanus occidentalis*, около устья р. Ингури (30.VII.1957) ♂♂. Пальцы: бедро $64 \times 18^{\mu} =$ в 3,55 раза, голень $58 \times 20 =$ в 2,9 раза и клешня $100 \times 28 =$ в 3,57 раза длиннее ширины. Рука без стебелька 47, палец 49. I пара ног: ланка $25 \times 9 =$ в 2,7 раза, голень $21 \times 10 =$ в 2,1 раза длиннее ширины.

В сравнении с данными М. Бейера все членики пальцы несколько тоньше=бедро в 3,55 раза (по М. Бейеру в 3,2—3,4 раза), голень в 2,9

(¹ Во всех измерениях 40 делений окулярмикронметра равно 1 мм.)

раза (по М. Бейеру в 2,7 — 2,9) и клешня в 3,5 — 3,6 раза длиннее ширины (по М. Бейеру в 3,0 — 3,2 раза). Кроме того, палец несколько длиннее. 1 пара ног: голень в дистальной части несколько шире.

4. г. Потн и его окрестности, под корой *Eucalyptus viminalis*, *Alnus barbata* и *Platanus occidentalis* (25.VIII.1956 и 30.VIII.1956) ♂♂. Пальцы: бедро $65 \times 18 =$ в 3,6 раза длиннее ширины. Рука без стебелька 48, палец 49.

5. г. Зугдиди, под корой *Cydonia vulgaris* (30.VII.1957) ♂. Пальцы: бедро $96 \times 18 =$ в 3,7 раза, голень $58 \times 22 =$ в 2,6 раза и клешня $98 \times 28 =$ в 3,5 раза длиннее ширины. Рука без стебелька 48, палец 45. 1 пара ног: лапка $23 \times 9 =$ в 2,5 раза, голень $29 \times 9 =$ в 3,2 раза длиннее ширины.

6. Ледзва (около Гагра), под корой *Eucalyptus viminalis* (19.V.1959).

В зоне влажных субтропиков, за пределами Западной Грузии найден в следующих местах:

7. Хоста, под корой *Platanus occidentalis* (22.X.1955) ♂♂. Пальцы: бедро $65 \times 18 =$ в 3,6 раза, голень $58 \times 23 =$ в 2,5 раза и клешня $98 \times 22 =$ в 3,5 раза длиннее ширины. Рука без стебелька 48, палец 45. 1 пара ног: лапка $23 \times 9 =$ в 2,5 раза, голень $29 \times 9 =$ в 3,2 раза длиннее ширины.

8. г. Сочи (парк «Ривьера»), под корой *Platanus occidentalis* (23.X.1955) ♂♂. Пальцы: бедро $66 \times 18 =$ в 3,7 раза, голень $58 \times 21 =$ 2,7 раза и клешня $100 \times 27 =$ в 3,7 раза длиннее ширины. Рука без стебелька 47, палец 48; в г. Сочи был найден также в городском дендрарии, под корой *Platanus occidentalis* (24.X.1955) ♂♂. Пальцы: бедро $64 \times 18 =$ в 3,55 раза, голень $56 \times 21 =$ в 2,66 раза и клешня $96 \times 28 =$ в 3,50 раза длиннее ширины. Рука без стебелька 48, палец 46 (таким образом, здесь короче). 1 пара ног: лапка $25 \times 9 =$ в 2,7 раза, голень $22 \times 10 =$ в 2,1 раза длиннее ширины.

9. В пределах Западной Грузии найден и в горной зоне, в Сванети, в Местиа, но уже в подстилке кустарника (12.IX.1955) ♂♂. Пальцы: бедро $68 \times 19 =$ в 3,58 раза, голень $60 \times 22 =$ в 2,7 раза и клешня $103 \times 30 =$ в 3,43 раза длиннее ширины. Рука без стебелька 51, палец 48. 1 пара ног: лапка $25 \times 9 =$ в 2,78 раза, голень $22 \times 10 =$ в 2,2 раза длиннее ширины. В горной зоне найден также в соседстве с Западной Грузией, в Теберде, под корой *Pyrus communis*, но опять в подстилке (3.IX.1954).

10. Кроме Западной Грузии (зоны влажных субтропиков и гористых мест), найден также и в Восточной Грузии, в соседстве с Западной Грузией, в сильно влажной местности — Банисхеви (около Боржом), под корой *Malus domestica* и *Pyrus communis* (10.VIII.1957) ♂♂. Пальцы: бедро $65 \times 18 =$ в 3,6 раза, голень $55 \times 21 =$ в 2,6 раза и клешня $92 \times 27 =$ в 3,77 раза длиннее ширины. Рука без стебелька 48, палец 48 (47). Найден также в Восточной Грузии, в Лагодехском заповеднике, в подстилке (18.II.1955).

Если приведенные выше сборы ложноскорпионов можно было идентифицировать с *Dactylochelifer latreillei latreillei*, то следующие пробы дают отклонения по некоторым систематическим признакам.

Dactylochelifer latreillei ssp.? (1).

1. Найден в зоне влажных субтропиков, в местности Пичунда (около Гагра), в реликтовом лесу из *Pinus pithyusa*, под корой этих деревьев (30.XI.1954). ♂♀. Пальпы ♀: бедро $78 \times 22 =$ в 3,6 раза, голень $64 \times 25 =$ в 2,5 раза и клешня $120 \times 35 =$ в 3,5 раза длиннее ширины. Рука без стебелька 67, палец 52. I пара ног: лапка $24 \times 7 =$ в 2,5 раза, голень $27 \times 10 =$ в 2,7 раза длиннее ширины. Пальпы ♂: бедро $70 \times 20 =$ в 3,5 раза, голень $57 \times 23 =$ в 3,5 раза и клешня $107 \times 30 =$ в 3,5 раза длиннее ширины. Рука без стебелька 57, палец 48. I пара ног: лапка $23 \times 9 =$ в 2,5 раза, голень $24 \times 11 =$ в 2,2 раза длиннее ширины; лапка с более параллельными сторонами (боками), чем у типичного вида—*Dactylochelifer latreillei*.

Dactylochelifer latreillei ssp.? (2).

1. Найден в Восточной Грузии, в сравнительно влажном лесу Шираки, в местности Шави-Мта, в подстилке *Quercus iberica* (26.VI.1955) ♂. Пальпы: бедро $70 \times 18 =$ в 3,9 раза, голень $63 \times 20 =$ в 3,1 раза и клешня $103 \times 26 =$ в 3,6 раза длиннее ширины. Рука без стебелька 50, палец 52. I пара ног: лапка $25 \times 11 =$ в 2,2 раза, голень $28 \times 11 =$ в 2,5 раза длиннее ширины.

2. Найден в Восточной Грузии, на границе пустынной зоны Эльдари, в тугайном лесу по р. Нор, в подстилке (24.VI.1955) ♂. Пальпы: бедро $67 \times 16 =$ в 4,2 раза, голень $60 \times 19 =$ в 3,2 раза, клешня $103 \times 26 =$ в 4,0 раза длиннее ширины. Рука без стебелька 50, палец 48. I пара ног: лапка $22 \times 11 =$ в 2 раза, голень $25 \times 10 =$ в 2,5 раза длиннее ширины. Лапка посередине очень сильно углообразно расширена.

Таким образом, типичная форма *Dactylochelifer latreillei* встречается как в Западной, так и в Восточной Грузии, но более распространена в субтропической зоне Западной Грузии.

Относительно стационального размещения *Dactylochelifer latreillei* было известно, что на севере ареала (Швенция) он обитает в каменных скалах с открытой ксерофильной растительностью, на песочно-гравии, под маленькими и плотными дернинами *Grimmia maritima* (H. Lohmander, 1939). В «середине» ареала—в Австрии *Dactylochelifer latreillei* собран частью по берегам ручьев и рек, преимущественно в зоне затопления, как под корой деревьев, так и в подстилке (F. Rebl und M. Beier, 1958).

На юге ареала—в Грузинской ССР стациональное размещение *Dactylochelifer latreillei* имеет несколько иной характер: если в зоне влажных субтропиков Западной Грузии и за ее пределами он обитает под корой деревьев различного ботанического состава, то в горах в пределах той же Западной Грузии и за ее пределами обитает уже в подстилке. Под

корой деревьев обитает и в Восточной Грузии, но у границы с Западной Грузией, во влажной зоне Баниسخви, и в лесной зоне Восточной Грузии (в Лагодехском заповеднике был найден уже в подстилке). Поэтому там, где относительная влажность воздуха исключительно велика (Батуми, Ноги, Зугдиди), *Dactylochelifer latreillei*, по-видимому, предпочитает сравнительно «открытые» местообитания—прекрасно чувствует себя под корой деревьев. Там, где относительная влажность воздуха более понижена (особенно в критический, в летний, период жизни), большие возможностей оптимального обитания в подстилке. В самых засушливых зонах Грузинской ССР (в типичных степях, полунустынях с ксерофильной растительностью) *Dactylochelifer latreillei* не найден вовсе.

Другие виды *Dactylochelifer* в наших многочисленных сборах псевдосcorpiono-фауны Грузинской ССР не обнаружены.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт зоологии
 Тбилиси

(Поступило в редакцию 4.11.1963)

ზოგოვობა

დ. კობახიძე

DACTYLOCHELIFER LATREILLEI (LEACH)-ის ლანდშაფტურ-სტაციალური განლაგებისათვის სტატისტიკური ანალიზი

რეზიუმე

სტატიაში მოყვანილია *Dactylochelifer latreillei*-ს საქართველოში პოვნის ადგილები და, საერთოდ, ამ ტრუმორიელის ლანდშაფტურ-სტაციალური განლაგების თავისებურებანი. ამასთან, ბიომეტრიული ანალიზის საფუძველზე, მოცემულია ძირითად სისტემატურ ნიშან-თვისებათა მაჩვენებლები და გამოტყვევებულია მოსაზრება, რომ საქართველოს ზოგიერთ პოპულაციებში შეინიშნება ცალკე ნიშან-თვისებათა გადახრა, რაც შესაძლებელია, მომავალში (ახალი მასალების დაგროვების შემდეგ) საშუალებას მოგვცემს გამოვაცალკეოთ ამ სახეობის ახალი ქვესახეობანი. *Dactylochelifer*-ის გვარის სხვა წარმომადგენლები საქართველოს სსრ ტერიტორიაზე არაა ნაპოვნი.

დასოფიბაული ლიტერატურა - ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. M. Beier. Pseudoscorpionidea I. u II. Das Tierreich. 57 u. 58. Lief. Berlin u. Leipzig, 1932.
2. D. Kobachidze. An analysis of land biocenosis of the central part of Colchis lowland (in Russ). Proceed. of the Zool. Inst. of the Ak. of Sc. GSSR, t. V, 1943.
3. H. Lohmänder. Zur Kenntnis der Pseudoscorpionfauna Schwedens. Entomologisk Tidskrift, 1939.
4. F. Rebl, M. Beier. Zur Ökologie, Biologie und Phänologie der heimischen Pseudoscorpione. Zool. Jahrbücher, Bd. 86, H. 1/2, 1958.



ЗООЛОГИЯ

А. Г. КАФИАН

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПРОДУКТИВНОСТИ
 ВЫКОРМОК ТУТОВОГО
 ШЕЛКОПРЯДА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Каландадзе 23.7.1963)

В научных исследованиях применяются различные методы оценки продуктивности выкормок тутового шелкопряда:

- 1) оценка по отдельным биологическим показателям выкормки и технологическим показателям коконов, не сведенным воедино;
- 2) оценка по урожаю шелка-сырца с веса взятой на выкормку грены или вылупившихся гусениц;
- 3) оценка по урожаю шелка-сырца с веса заданного гусеницам листа или с площади шелковины.

При всех этих методах обычно дополнительно учитываются основные показатели качества шелковой нити.

Первые два метода основаны на одном и том же принципе оценки продуктивности по урожаю с веса грены. Они издавна укоренились в шелководстве и до сих пор применялись в преобладающем большинстве исследований, проведенных как в Советском Союзе, так и за рубежом, в частности при государственном испытании пород и гибридов тутового шелкопряда [1].

Третий метод, основанный на совершенно ином принципе, был предложен еще в начале прошлого столетия основоположником рационального шелководства Дандоло [2]. Однако в дальнейшем он был использован лишь в отдельных, разрозненных исследованиях [3, 4, 5]. В последнее время этот метод стал систематически применяться у нас в Союзе, но пока лишь при проведении кормоиспытательных выкормок [6, 7].

Задачей настоящей работы является выяснение целесообразности применения того или иного метода оценки продуктивности выкормок. Вопрос этот весьма актуален, поскольку от применяемого метода оценки продуктивности в большой мере зависят направление, методика и результативность научной работы по шелководству.

Для рассмотрения данного вопроса используем в качестве примера результаты проведенного нами опыта [6], в котором гусеницам двух резко
 29. „მთაბე“, XXXIV:2, 1964

различающихся пород шелкопряда—багдадской и японской бивольтинной 110—в период весенней выкормки задавался лист сорта Грузия при трех нормах кормления: f_1 , f_2 и f_3 . Нормы изменялись от 8 до 13 ц на дифференцированную коробку грены, которая составляла по багдадской породе 25 г грены по 1370 яичек в грамме, а по японской бивольтинной—33 г грены по 1950 яичек. Опыт проводился в трехкратной повторности по 150 гусениц в каждой. Для замены больных и погибших гусениц параллельно по каждому варианту выкармливалась резервная партия.

Результаты опыта

Рассмотрим, к каким выводам приводят данные этого опыта при применении различных методов оценки продуктивности выкормки.

1-й метод, оценка продуктивности по отдельным показателям

Из данных таблицы видно, что с повышением нормы кормления по обоим породам сократилась длительность гусеничного периода, значительно увеличился средний вес кокона, несколько возросли жизнеспособность и выход шелка-сырца из сырых коконов. Исходя из этого, наиболее эффективной следует признать наибольшую из испытанных норм кормления f_3 . Однако при отсутствии единого сводного показателя нельзя установить, насколько в целом эта норма лучше других.

При сравнении пород приходится констатировать, что багдадская имеет преимущество по одним показателям (средний вес кокона, выход шелка-сырца из сырых коконов), а японская бивольтинная—по другим (длительность гусеничного периода, количество яичек в грамме грены). На основании таких данных трудно решить, которой из двух пород следует отдать предпочтение.

2-й метод, оценка продуктивности по урожаю шелка-сырца с веса грены

Оценивая результаты нашего опыта по урожаю с веса грены (табл., рис. 1), приходим к вполне четким выводам о целесообразности применения наибольшей из испытанных норм кормления f_3 и о несомненном преимуществе багдадской породы по сравнению с японской бивольтинной 110.

3-й метод, оценка продуктивности по урожаю шелка-сырца с веса заданного гусеницам листа

Наибольший урожай шелка-сырца с гентаера заданного листа был получен по обоим породам, багдадской и японской бивольтинной—при

Таблица

Показатели	Обозначения	Багдадская порода			Японская бивольтинная 110		
		f ₁	f ₂	f ₃	f ₁	f ₂	f ₃
Вес заданного листа на 1 диффер. коробку гре- ны, ц	f	8,38	9,72	12,75	8,14	9,72	13,17
Количество гусениц на 1 ц листа, шт.	—	4083	3520	2685	7900	6611	4875
Длительность IV и V возрастов, сутки	—	21,3	20,0	19,3	15,0	14,7	14,2
Средний вес сырого кокона, г	k	1,86	2,06	2,31	1,23	1,38	1,46
Жизнеспособность гусениц, %	l	94,4	96,6	98,6	93,5	96,4	99,0
Выход шелка-сырца из сырых коконов, %	m	10,17	10,54	10,90	8,83	8,85	8,88
Урожай шелка-сырца с 1 г грены, г	p	243	288	342	198	230	251
Урожай шелка-сырца с 1 ц заданного листа, г	e	722	740	667	799	780	631
Вес съеденного листа на 1 диффер. коробку гре- ны, кг	g	5,56	5,82	6,64	5,72	6,36	7,22
Урожай шелка-сырца с 1 ц съеденного ли- ста, г	i	1088	1235	1281	1137	1182	1151
Поедаемость листа, %	h	66,3	59,9	52,2	70,9	65,4	54,9
Поступления за коконы, полученные с 1 ц листа, руб.	—	21,85	22,30	20,04	24,10	23,44	18,83
Затраты на производство коконов с 1 ц листа, руб.	—	19,35	18,00	16,15	18,40	16,90	14,70
В том числе							
Стоимость грены на 1 ц листа, руб.	—	0,81	0,70	0,53	1,09	0,91	0,68
Затраты на выращивание, заготовку и скармливание 1 ц листа, руб.	—	10,45	10,14	10,03	8,58	8,43	8,38
Себестоимость 1 кг коконов, руб.	—	2,70	2,55	2,63	2,02	1,92	2,08
Чистый доход от коконов с 1 ц листа, руб.	—	2,50	4,30	3,89	5,70	6,54	4,13

нормах f_1 и f_2 , давших примерно равные результаты (табл., рис. 2). При этих оптимальных нормах кормления более продуктивной оказалась японская бивольтинная порода, и лишь при избыточной норме кормления—багдадская.

Из рассмотренного видно, что данные одного и того же опыта могут приводить к совершенно различным или даже к диаметрально противоположным выводам в зависимости от того, каким методом оценивается продуктивность выкормки.

Обсуждение результатов

Необходимо выяснить: во-первых, благодаря чему различные методы приводят к неодинаковым выводам, и, во вторых, какой из методов приводит к более правильным выводам.

Урожай шелка-сырца с веса грены вычисляется по формуле

$$p = q \cdot k \cdot \frac{l}{100} \cdot \frac{r}{100} \cdot \frac{m}{100}, \quad (1)$$

где

- p —урожай шелка-сырца с грамма грены, г;
- q —количество яичек в граммe грены, шт.;
- k —средний вес сырого кокона, г,
- l —жизнеспособность гусениц, %;
- r —оживляемость грены, %;
- m —выход шелка-сырца из сырых коконов, %.

Мы видим, что урожай с веса грены определяется целым рядом показателей. Как было показано выше, при суждении о продуктивности выкормки по отдельным показателям, даже если они изменяются однозначно, невозможно установить, насколько в целом один вариант опыта отличается от другого. Если же отдельные показатели изменяются неоднозначно, то иногда трудно решить даже то, который из сравниваемых вариантов является лучшим, какой худшим. К тому же при применении этого метода весьма часто упускаются из виду те или иные показатели, без которых невозможно правильно судить о результатах опыта. Все это свидетельствует о нецелесообразности применения 1-го метода оценки продуктивности выкормок—по отдельным показателям, не сведенным воедино.

Урожай с веса заданного гусеницам листа вычисляется по формуле

$$e = \frac{p}{f}, \quad (2)$$

где

e —урожай шелка-сырца с центнера заданного листа, г;
 p —как уже отмечено, урожай шелка-сырца с грамма грены, г;
 f —вес листа, заданного гусеницам с грамма грены, г.

Подставляя значения формулы (1) получаем

$$e = \left(q \cdot k \cdot \frac{1}{100} \cdot \frac{r}{100} \cdot \frac{m}{100} \right) : f. \quad (3)$$

Следовательно, разница между 2-м и 3-м методами оценки продуктивности выкармков сводится к тому, что при 3-м методе урожай с веса грены (p) делится на вес заданного гусеницам листа (f).

С точки зрения использования корма различия между этими двумя методами могут быть выражены формулами

$$p = g \cdot i, \quad (4)$$

$$e = \frac{g}{f} \cdot i = h \cdot i, \quad (5)$$

где

g —вес листа, съеденного гусеницами с грамма грены, кг;

$\frac{g}{f} = h$ —коэффициент поедания листа гусеницами;

i —урожай шелка-сырца с центнера съеденного гусеницами листа, г.

Мы видим, что урожай с веса грены и урожай с веса заданного листа в одинаковой степени зависят от урожая с веса съеденного гусеницами листа (i). Разница между этими методами заключается в том, что в первом случае этот урожай умножается на абсолютное количество съеденного гусеницами листа (g), а во втором—на коэффициент поедания листа (h).

В рассматриваемом опыте с повышенном нормы кормления урожай с веса грены (p) возрастал, так как при этом увеличивались как абсолютное количество съеденного гусеницами листа (g), так и урожай шелка-сырца с веса съеденного листа (i) (см. формулу (4)). Между тем, урожай с веса заданного листа (e) снижался, поскольку некоторое увеличение урожая шелка-сырца с веса съеденного листа (i) было перекрыто резким падением коэффициента поедания листа (h) (см. формулу (5)).

По багдадской породе был получен более высокий урожай с веса грены, чем по японской бивольтинной, по двум причинам: во-первых, потому, что гусеницы крупнокочной багдадской породы имеют больший «коэффициент прироста», т. е. большее отношение среднего веса кокона к весу одного яйца $\left(k : \frac{1}{q} \right)$; во-вторых, потому, что коконы

багдадской породы более шелконосны, благодаря чему был получен более высокий урожай шелка-сырца с веса съеденного гусеницами листа (i).

Между тем, урожай с веса заданного листа был по багдадской породе ниже, чем по японской бивольтинной (при оптимальных нормах кормления), так как этот урожай не зависит от коэффициента прироста гусениц, но зато в большой мере зависит от коэффициента поедания листа гусеницами (h), который у багдадской породы оказался меньше, чем у японской бивольтинной.

Таким образом, разница между методами оценки продуктивности выкормок, обусловившая получение разных результатов, заключается в том, что при 1-м и 2-м методах не учитываются, а при 3-м методе учитываются расход листа и его поедание гусеницами. Иными словами, 1-й и 2-й методы нацеливают шелководство на наиболее рациональное использование гренн, а 3-й—на рациональное использование листа, а следовательно, и земельной площади, занятой шелковицей.

Какой же из этих методов является более правильным? Критерием правильности того или иного метода оценки продуктивности выкормок является его соответствие основной задаче шелководства.

Постановлением мартовского Пленума ЦК КПСС перед сельским хозяйством поставлена задача получения максимума сельскохозяйственных продуктов с каждого гектара земли при наименьших затратах труда и средств [8].

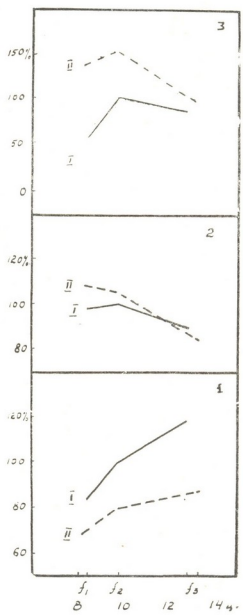


Рис. 1. Урожай шелка-сырца с грамма гренн.

Рис. 2. Урожай шелка-сырца с килограмма заданного гусеницам листа.

Рис. 3. Чистый доход от выкормки. I—багдадская порода, II—японская бивольтинная 110;

По горизонтали—нормы кормления в центнерах на дифференцированную коробку гренн.

По вертикали—в процентах к норме f_2 по багдадской породе

Исходя из этого, в качестве эталона для суждения о правильности того или иного метода оценки продуктивности можно принять показатель чистого дохода с 1 ц заданного гусеницам листа (или с 1 га насаждений шелковицы), который наиболее полно отражает основную задачу шелководства, поскольку зависит как от урожая и качества коконов, так и от трудовых и денежных затрат на выкормку.

В проведенном опыте наибольший чистый доход от выкормки был получен по обоим породам при норме f_2 (табл., рис. 3). Выкормка гусениц японской бивольтинной породы оказалась экономически значительно более выгодной, чем выкормка багдадской.

Как видим, оценка результатов этого опыта по урожаю шелка-сырца с веса заданного листа привела в основном к тем же выводам, что и оценка по величине чистого дохода, а оценка по урожаю шелка-сырца с веса грены — к диаметрально противоположным выводам. Следовательно, 3-й метод оценки продуктивности выкормок правильный, чем 1-й и 2-й методы.

Это обусловлено тем, что на выращивание, заготовку и скармливание листа гусеницам расходуется от 50 до 70% общих затрат на выкормку, в то время как стоимость грены составляет лишь 3—5% общих затрат. Поэтому доходность выкормки в весьма большой мере зависит от рационального использования листа, но почти не зависит от количества грены, пущенной на выкормку.

Таким образом, в основу всей научной работы по шелководству следует положить метод оценки продуктивности выкормки по урожаю шелка-сырца с веса заданного гусеницам листа вместо общепринятых методов оценки продуктивности по урожаю с веса грены (гусениц) или по отдельным показателям, из которых складывается этот урожай. Если же результаты опыта зависят не только от продуктивности выкормки, но и от урожайности шелковицы, то следует исходить из урожая шелка-сырца с гектара туговых насаждений.

В заключение следует отметить, что различия между вариантами опыта проявились более четко по величине чистого дохода, чем по урожаю шелка-сырца с веса заданного листа. Это объясняется тем, что чистый доход от выкормки зависит, помимо урожая и качества коконов, и от ряда других факторов, влияющих на себестоимость продукции. Так, например, на доходность японской бивольтинной породы, помимо прочего, положительно повлияло то, что гусеницы этой породы являются более скороспелыми; а более высокий чистый доход по средней норме кормления f_2 объясняется низкой себестоимостью листа сорта Грузия. Поэтому для окончательного суждения об эффективности опытных выкормок необходимо дополнительно производить экономический анализ результатов и вычислять размер чистого дохода от выкормки.

В ы в о д ы

1. Общепринятые методы оценки продуктивности выкормок тутового шелкопряда — по урожаю шелка-сырца с веса грены (гусениц) или по отдельным показателям, складывающим этот урожай, — приводят к неправиль-

ным выводам, так как при этих методах не учитываются расход и поедаемость гусеницами листа шелковицы, на выращивание, заготовку и скармливание которого затрачивается наибольшее количество труда и средств.

2. В качестве основного показателя для оценки продуктивности выкормок тутового шелкопряда следует принять урожай шелка-сырца с веса (кг, и, г) заданного гусеница листа или с площади шелковицы.

3. Для всесторонней оценки эффективности выкормок необходимо дополнительно производить экономический анализ результатов и устанавливать размер чистого дохода от выкормки.

Грузинский сельскохозяйственный институт

(Поступило в редакцию 23.7.1963)

ზოგოვანი

ა. კაფიანი

თუთის აბრეშუმის მკვლევარის პროდუქტიულობის შეფასების მეთოდები
რეზიუმე

აბრეშუმის ჭიის ჯიშების „ბაღდადისა“ და იაპონური ბიოლოგიური 110-ის მაგალითზე საკვები ნორმების გამოცდისას აბრეშუმის ჭიის გამოკვების პროდუქტიულობის შეფასების სხვადასხვა მეთოდით დაპირისპირებული ნაჩვენებია. რომ აბრეშუმის ჭიის გამოკვების პროდუქტიულობის შეფასების მიღებულ მეთოდებს, პარკის მოსავლიანობისა ან აბრეშუმის ხაში ძაფის გამოსავლიანობის მიხედვით გრენის წონის ერთეულზე, აგრეთვე ცალკეული მაჩვენებლების მიხედვით, რომელთაგანაც ეს მოსავალი შესდგება, არა სწორ შედეგებამდე მივყავართ, რადგანაც ამ მეთოდების გამოყენებისას არ ხდება დახარჯული და ჭიის მიერ გამოყენებული ფოთლის რაოდენობის აღრიცხვა, რომლის აღზრდას, დამზადებასა და გამოკვებაზე იხარჯება ყველაზე მეტი შრომა და თანხები.

გამომდინარე შეაბრეშუმეობის ამოცანებიდან, გამოკვების პროდუქტიულობის შეფასების ირიტად მაჩვენებლად გამოყენებული უნდა იქნეს ხაში აბრეშუმის ძაფის გამოსავალი ჭიისათვის მიცემულ ფოთლის წონით ერთეულზე (კგ. ცენტნერი, ტონა) ან ერთ ჰექტარ თუთის პლანტაციიდან.

გამოკვების პროდუქტიულობის ყოველმხრივი შეფასებისათვის აუცილებელი დამატებით ჩატარდეს შედეგების ეკონომიური ანალიზი და დადგინდეს სუფთა შემოსავალი მისგან.

დასრულებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур. Изд. МСХ СССР, в. 3, М., 1957, 217—228.
2. Dandolo. L'art d'élever les vers à soie. Lyon. Librairie Bohaire 2-e édition, 1825.
3. Н. И. Жвирблис. Урожайность и качество коконов в зависимости от норм кормления тутового шелкопряда. Труды Укр. оп. ст. шелководства, 4, 1959.
4. С. М. Саркисян, Я. И. Камоян. Продуктивность некоторых гибридов белококонных пород тутового шелкопряда в условиях Армянской ССР. Известия Г. Упр. с.-х. наук МСХ Арм. ССР, № 1, 1961, 83—88.
5. F. Lambert. Essai d'une comparaison entre le mûrier dit du Tonkin et d'autres variétés du mûrier. Montpellier, 1892.
6. А. Г. Кафиан. Основы биологического метода изучения кормовых качеств листа шелковицы. Труды Тбилисского института шелководства, т. 2, 1955.
7. A. Kafian. Principes d'estimation des qualités alimentaires de la feuille du mûrier. Revue du ver à soie. т. 3. Vol. 12, 1960, 265—278.
8. Постановление Пленума ЦК КПСС, принятое 9 марта 1962 года. „Правда“, 11 марта № 70, 1962.



ზოოლოგია

ზ. დარეჯანაშვილი

ჯავშნიანი ტკიპების (ACARI, ORIBATEI) ფაუნის სახეობრივი
 შედგენილობისათვის თბილისის მიდამოებში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდაძემ 13.12.1963)

ჯავშნიანი ტკიპები ბუნებაში გავრცელებულია ყველგან, სადაც კი მოიპოვება საკმაო ტენიანობა და ღობადი მცენარეული ნაშთები. ტკიპების ზოგიერთი ჯგუფი წარმოადგენს მეცხოველეობისათვის საშიშ ლენტურა ტიპების შორისულ მასპინძელს. ამასთან ერთად, ჯავშნიანი ტკიპები აზიანებენ ზოგიერთ სასოფლო-სამეურნეო კულტურას, კენკროვანსა და ხილს.

ლიტერატურული წყაროები საქართველოში გავრცელებული ჯავშნიანი ტკიპების შესახებ მცირეა. მოცემულია ფაუნისტური ცნობები [1], ზოგიერთი რაოდენობრივი მაჩვენებელი ლაგოდებიდან [2] და აღწერილია რამდენიმე ახალი სახეობა [3].

1960—63 წ. წ. განმავლობაში ვაგროვებით მასალებს თბილისის მიდამოებში (ფუნიკულიორის პლატო, მთაწმინდა, ბოტანიკური ბაღი, მცხეთის მიდამოები, ორთაჭალა, სოღანლული, ავჭალა, წყნეთი, კოჯორი, ხუდაღოვის ტყე) მასალის შეგროვება ხდებოდა სხვადასხვა სტაციებიდან: ტყის საფენი, ხავსი, ნიადაგის ზედა ფენა და სხვა.

ენიდან სადღეისოდ არ არის დადგენილი ჯავშნიანი ტკიპების სისტემა, ხოლო ზოგიერთი მეცნიერის მიერ მოცემული სისტემა არაა სრულყოფილი. ამიტომ მასალის გარკვევა ძირითადად წარმოებდა ბალოგის, ვილმანის, ე. ბულანოვა-ზახვატკინას და ა. ზახვატკინის სარკვევების საშუალებით. მასალის შემოწმებაში დახმარება აღმოაჩინა ბულანოვა-ზახვატკინამ.

ფაქტობრივი მასალისა და ლიტერატურული მონაცემების დამუშავების შედეგად, ჩვენ მიერ თბილისის მიდამოებში დადგენილია ჯავშნიანი ტკიპების 71 სახეობა, რომელიც გაერთიანებულია 28 ოჯახში.

ქვემოთ მოყვანილია ჯავშნიანი ტკიპების ფაუნისტური სია.

ოჯახი Hypochthoniidea

1. *Hypochthonius rufulus* Koch ევკალიბტებისა და ბამბუკის ქვეშ საფენში, ნიორში—გაზაფხული, შემოდგომა—ორთაჭალა [1].
2. *Hypochthonius latus* Oudemans ტყის საფენი; გაზაფხული, შემოდგომა—ფუნიკულიორის პლატო, მთაწმინდა [1].
3. *Brachichthonius laetipictus* Berl. ხავსი—გაზაფხული, ფუნიკულიორის პლატო, მთაწმინდა [1].

4. *Brachychthonius Berlesei* Will. ხავსი 25.X.1962—ფუნიკულიორის პლატო.

ოჯახი Sphaerochthoniidea

5. *Sphaerochthonius transversus* Wall. საფენი ჯაგრცხილის ქვეშ—16.VII.1962; 16.X.1962 წ. ხავსი; 27.XI.1962—ფუნიკულიორის პლატო.

ოჯახი Nothroidea

6. *Nothrus biciliatus* Koch ნიადაგის ზედა ფენა გლერძის ქვეშ, 18.XII.1962; ხავსი, 24.IX.1963—ფუნიკულიორის პლატო; ხავსი, 14.V.1960—კოჯორი.

7. *Nothrus pratensis* Sell. საფენი ბამბუკების ქვეშ; გაზაფხული—ფუნიკულიორის პლატო [1].

ოჯახი Camisiidea

8. *Camisia biverrucata* Koch საფენი ჯაგრცხილის ქვეშ, 27.XI.1962, ხავსი, 16.X.1962—ფუნიკულიორის პლატო; ხავსი, 3.VII.1960 წ.—ბოტანიკური ბაღი; ხავსი, 19.V.1961—კოჯორი.

ხავსი; ზაფხული; თბილისის ბოტანიკური ბაღი [1].

9. *Camisia lapponica* Tragardh საფენი ჯაგრცხილის ქვეშ, 14.III.1963, 25.X.1962, 27.XI.1962—ფუნიკულიორის პლატო; ხავსი, 29.V.1960—კრწანისი.

10. *Camisia segnis* Herm. ხავსი, 16.VII.1963—ფუნიკულიორის პლატო; ხავსი; ზაფხული—თბილისის ბოტანიკური ბაღი [1].

11. *Camisia spinifer* Koch. ხავსი; გაზაფხული, ზაფხული—კუს ტბა; წიწვიანი ტყის საფენი; ზაფხული—კოჯორი [1]. თბილისის ბოტანიკური ბაღი [1].

12. *Camisia bicarinata* Koch ხავსი; ზაფხული—თბილისის ბოტანიკური ბაღი [1].

ოჯახი Trhypochthoniidea

13. *Trhypochthonius tectorum* Berl. ნიადაგის ზედა ფენა გლერძის ქვეშ, 15.1.1963, ხავსი, 15.V.1963—ფუნიკულიორის პლატო; ტყის საფენი, 27.VI.1960—აეჭალა.

ხავსი; გაზაფხული—ფუნიკულიორის პლატო, მთაწმინდა [1].

ოჯახი Malaconothridea

14. *Trimalaconothrus glaber* Mich. საფენი ჯაგრცხილის ქვეშ, 6.VI.1963—ფუნიკულიორის პლატო.

ოჯახი Hermannielloidea

15. *Hermanniella granulata* Nic. ხავსი, 7.V.1963—ფუნიკულიორის პლატო; ხავსი, 29.V.1960—კრწანისი. ხავსი, 8.XI.1962, კოჯორი. წარმოადგენს შორისულ მასპინძელს.

16. *Hermannia gibba* Koch ნიადაგის ზედა ფენა ყამირზე; ზამთარი, ზაფხული—ორთაჭალა [1].

ოჯახი Liodoidea

17. *Liodes theleproctus* Herm. ნიადაგის ზედა ფენა გლერძის ქვეშ, 18.XII.1962, ხავსი, 16.X.1962—ფუნიკულიორის პლატო. ხავსი, 15.VI.1963, ბოტანიკური ბაღი. ტყის საფენი, 13.V.1960—ხუდადოვის ტყე. ხავსი, 21.IV.1960—წყნეთი.

ოჯახი Gymnodameidea

18. *Gymnodamaeus austriacus* Will. ნიადაგის ზედა ფენა გლერძის ქვეშ, 21.V.1963, ხავსი, 18.XII.1962, 18.VI.1963—ფუნიკულიორის პლატო. ტყის საფენი, 13.V.1960—ხუდადოვის ტყე.

19. *Gymnodamaeus bicostatus* Koch საფენი ჯაგრციხლის ქვეშ, 18.VI.1963—ფუნიკულიორის პლატო. ხავსი, 15.VI.1960—მაწმინდა.

ხავსი; ზაფხული—კუს ტბა [1].

20. *Gymnodamaeus femoralis* Koch ხავსი, ზაფხული, კუს ტბა [1].

21. *Allodamaeus starki* Bul—Zachv. საფენი ჯაგრციხლის ქვეშ, 18.XII.1961—ფუნიკულიორის პლატო, ხავსი, 10.VI.1960—არმაზის ხეობა. ხავსი, 21.IV.1960—წყნეთი. ტყის საფენი, 27.VI.1960—ავჭალა. ნიადაგის ზედა ფენა, 9.VII.—კუს ტბა.

ხავსი; გაზაფხული, ზაფხული—კუს ტბა, მაწმინდა. ფიჭვის ტყის საფენი; ზაფხული—კოჯორი. ხავსი; ზაფხული—მცხეთა [1].

22. *Aleurodamaeus setosus* Berl. საფენი ჯაგრციხლის ქვეშ, 18.XII.1962, 24.IX.1963, ნიადაგის ზედა ფენა გლერძის ქვეშ, ხავსი, 14.III.1963—ფუნიკულიორის პლატო.

ხავსი; ზაფხული—კუს ტბა. ნიადაგის ზედა ფენა, ზამთარი—ორთაქალა [1].

ოჯახი Damaeidea

23. *Belba pulverulenta* Koch საფენი გლერძის ქვეშ, 10.VII.1963—მაწმინდის პლატო. ხავსი, 15.VII.1960—მცხეთა.

ხავსი; ზაფხული—მცხეთა [1].

24. *Belba dubinini* Bul—Zachv. ხავსი, 24.IX.1963, 25.X.1962—ფუნიკულიორის პლატო. ტყის საფენი, 8.VII.1961—კოჯორი. ხავსი, 1.VII.1963—სოლანლული. ნიადაგის ზედა ფენა, 9.VII.1962—კუს ტბა.

25. *Belba* sp. ხავსი; გაზაფხული—კუს ტბა. ფიჭვის ტყის საფენი; ზაფხული—კოჯორი [1].

ოჯახი Gustaviidea

26. *Gustacia microcephala* Nic. ხავსი, 18.VI.1963, 16.VII.1963—ფუნიკულიორის პლატო. ხავსი, 10.IX.1962—კოჯორი.

ოჯახი Zetorchestoidea

27. *Zetorchestes micronychus* Berl. საფენი ჯაგრციხლის ქვეშ, 18.VI.1963—ფუნიკულიორის პლატო.

ბუჩქნარის საფენი, ზაფხული—მცხეთის მიდამოები (არმაზის ხეობა) [1].
 28. *Eremaeus hepaticus* Koch საფენი ჯაგრცხილის ქვეშ, 16.VII.1963—
 ფუნიკულიორის პლატო.

ჯაგრცხილის საფენი; ზაფხული—წყნეთი. ნიადაგის ზედა ფენა; ზაფ-
 ხული—მთაწმინდა [1].

29. *Eremaeus oblongus* Koch საფენი ჯაგრცხილის ქვეშ, 26.VII.1963—
 ფუნიკულიორის პლატო. ხავსი, 9.VIII.1962—მცხეთა.

ხავსი; ზაფხული—მცხეთის მიდამოები [1].

30. *Ceratoppia bipilis* Herm. ხავსი, 16.X.1962—ჯაგრცხილის საფენი;
 18.VI.1963, ნიადაგი გლერძის ქვეშ, 18.VI.1963—ფუნიკულიორის პლატო.
 ხავსი, 1.VII.1963—წყნეთი. ხავსი, 21.VI.1963—ორთაქალა. ხავსი, 15.VI.
 1963—ბოტანიკური ბაღი. ხავსი, 15.IV.1961—არმაზის ხეობა.

ხავსი, მღიერები, გაზაფხული, ზაფხული, შემოდგომა—კუს ტბა,
 ბოტანიკური ბაღი, მთაწმინდა, წყნეთი კოჯორი [1]. წარმოადგენს შორისულ
 მასპინძელს.

ოჯახი Eremobelbidea

31. *Fosseremus laciniatus* Berl. საფენი ჯაგრცხილის ქვეშ, 25.X.1962,
 16.X.1962, ხავსი, 13.VI.1963—ფუნიკულიორის პლატო.

ოჯახი Amerobelbidea

32. *Amerobelba rastelligera* Berl. ხავსი, 30.IV.1963—ფუნიკულიორის
 პლატო.

ოჯახი Liacaroidea

33. *Liacarus coracinus* Koch ნიადაგის ზედა ფენა გლერძის ქვეშ,
 26.VIII.1963—საფენი ჯაგრცხილის ქვეშ, 16.X.1962. ხავსი, 18.V.1963—
 ფუნიკულიორის პლატო. ხავსი, 15.VII.1960—ბოტანიკური ბაღი. ხავსი,
 15.IV.1961—მცხეთა.

ხავსი; ზაფხული—თბილისის ბოტანიკური ბაღი [1]. წარმოადგენს შო-
 რისულ მასპინძელს.

34. *Liacarus brevilamellatus* Mich. ტყის საფენი; ზაფხული—ბოტანი-
 კური ბაღი. ხავსი; ზაფხული—კოჯორი [1].

35. *Liacarus major* Mich. ტყის საფენი; ზაფხული—ფუნიკულიორის
 პლატო [1].

36. *Liacarus morabiacus* Mich. ხავსი; გაზაფხული—ფუნიკულიორის
 პლატო [1].

37. *Xenillus tegeocranus* Herm. საფენი ჯაგრცხილის ქვეშ, 16.X.1962—
 ფუნიკულიორის პლატო. ხავსი, 1.VII.1963—კოჯორი. ხავსი, 21.IV.1960—
 წყნეთი.

ტყის საფენი; ზაფხული—წყნეთი [1]. წარმოადგენს შორისულ მასპინ-
 ძელს.

ოჯახი—Carabodoidea

38. *Carabodes coriaceus* Koch ხავსი, 24.IX.1963—ფუნიკულიორის პლატო.

39. *Cepheus dentatus* Mich. ტყის საფენი პარკში, ზაფხული—ფუნიკულიორის პლატო [1].

ოჯახი Tectocepheidea

40. *Tectocepheus velatus* Mich. ხავსი, 18.VI.1963—ფუნიკულიორის პლატო. ტყის საფენი, 19.VIII.1960—მცხეთა. ტყის საფენი, 13.V.1960—ხუდადოვის ტყე.

ტყის საფენი, ზაფხული არმაზის ხეობა. [1].

ოჯახი Oppioidea

41. *Oppia falcata* Paoli ხავსი, 18.VI.1961—საფენი ჯაგრცხილის ქვეშ, 30.IV.1963, ნიადაგი გლერძის ქვეშ, 16.VII.1963—ფუნიკულიორის პლატო.

42. *Oppia clavipectinata* Mich. ხავსი; გაზაფხული; ფუნიკულიორის პლატო—მოაწმინდა [1].

43. *Oppia* sp. ხავსი; ზაფხული—კუს ტბა [1].

ოჯახი Scutoverticea

44. *Scutovertex minutus* Koch ნიადაგი გლერძის ქვეშ, 14.XI.1962—ფუნიკულიორის პლატო. წარმოადგენს შორისულ მასპინძელს.

ოჯახი Pelopoidea

45. *Pelops bilibus* Sell. ხავსი, 16.X.1962 წ., 15.I.1963. საფენი ჯაგრცხილის ქვეშ, 30.IX.1963 წ. ფუნიკულიორის პლატო. ხავსი, 10.VI.1960—არმაზის ხეობა.

მლიერები, ხავსი; გაზაფხული, ზაფხული—მოაწმინდა, კუს ტბა [1].

46. *Pelops duplex* Berl. ტყის საფენი, 27.VI.1962—აქვალა.

47. *Pelops occultus* Koch ხავსი, ზაფხული—კუს ტბა [1].

48. *Pelops planicornis* Schrank ხავსი; გაზაფხული—მოაწმინდა, კუს ტბა [1].

49. *Pelops* sp. მლიერები; ზაფხული—კუს ტბა [1].

ოჯახი Oribatellidea

50. *Oribatula tibialis* Nic. ნიადაგის ზედა ფენა, 16.VI.1963, საფენში ჯაგრცხილის ქვეშ, 16.X.1962—ფუნიკულიორის პლატო. ტყის საფენი, 6.X.1961—კოჯორი. თოვლის ქვეშ, 9.II.1962—წყნეთი.

51. *Liebstadia similis* Mich. ხავსი, 22.VI.1960—მოაწმინდა. მლიერები, ტყის საფენი, ზაფხული—მოაწმინდა ფუნიკულიორის პლატო. მუხის ტყის საფენი, ზაფხული—კოჯორი [1]. წარმოადგენს შორისულ მასპინძელს.

52. *Zygoribatula frisiae* Oudemans თივის ნაფშენეტი; ზაფხული, გა-
ზაფხული—ორთაჭალა, წყნეთი [1].

53. *Zygoribatula pallidae* Banks ხავსი; ზაფხული; კუს ტბა—მთაწმინ-
და [1].

54. *Zygoribatula exilis* Nic. ხავსი; გაზაფხული—ხუდადოვის ტყე. [1].

55. *Zygoribatula* sp. ყამირი მიწის ზედა ფენა; ზამთარი—ორთა-
ჭალა [1].

ოჯახი Notaspididea

56. *Notaspis punctatus* Nic. ნიადაგის ზედა ფენა, ხავსი; შემოდგომა,
ზამთარი—ფუნიკულიორის პლატო, მთაწმინდა, ორთაჭალა. ტყის საფენი; გა-
ზაფხული, ზაფხული—კოჯორი, წყნეთი [1]. წარმოადგენს შორისულ მასპინძელს.

57. *Sheloribates laevigatus* Koch. ხავსი, 15.I.1963—ფუნიკულიორის
პლატო. ხავსი, 6.X.1961—კოჯორი. ტყის საფენი, 1.VII.1963—ორთაჭალა.

ტყის საფენი, ხავსი; გაზაფხული, ზაფხული—მთაწმინდა. ბოტანიკური
ბაღი, კუს ტბა. ზაფხული—მცხეთა [1]. წარმოადგენს შორისულ მასპინძელს.

58. *Sheloribates latipes* Koch. ნიადაგი გლერძის ქვეშ, 16.VII.1963—
ფუნიკულიორის პლატო. წარმოადგენს შორისულ მასპინძელს.

59. *Sheloribates pallidulus* Koch ხავსი; გაზაფხული—კუს ტბა [1].

60. *Trichoribates incisellus* Kram. ნიადაგის ზედაფენა გლერძის ქვეშ,
30.IV.1963—ფუნიკულიორის პლატო. წარმოადგენს შორისულ მასპინძელს.

61. *Trichoribates novus* sell. საფენი ჯაგრცხილის ქვეშ, 30.IX.63—
ფუნიკულიორის პლატო.

62. *Trichoribates trimaculatus* Koch ღვიაზე, გლერძზე; გაზაფხული,
ზაფხული—ფუნიკულიორის პლატო, ბოტანიკური ბაღი, მთაწმინდა [1]. წარ-
მოადგენს შორისულ მასპინძელს.

ოჯახი Micobatidea

63. *Punctoribates punctum* Koch ტყის საფენი; გაზაფხული, ნიადაგის
ზედა ფენა; ზამთარი; მთაწმინდა—ორთაჭალა [1].

ოჯახი Chamobatidea

64. *Chamobates spinosus* Sell. საფენი ჯაგრცხილის ქვეშ, 16.VII.1963—
ფუნიკულიორის პლატო. ხავსი, 15.V.1962—ბოტანიკური ბაღი.

ოჯახი Pterogasteridea

65. *Peloribates europaeus* Will. ნიადაგის ზედა ფენა, გლერძის ქვეშ,
21.V.1963—ფუნიკულიორის პლატო.

ოჯახი Galumnidea

66. *Galumna obivus* Berl. გლერძის საფენი, 15.I.1963, ხავსი, 6.XI.1963—
ფუნიკულიორის პლატო. წარმოადგენს შორისულ მასპინძელს.

67. *Galumna nervosus* Berl. ხავსი; გაზაფხული; მთაწმინდა—კუს ტბა [1].
 68. *Galumna allifera* Oudem. საფენი ბამბუკის ქვეშ, გაზაფხული; ხავსი; ზაფხული, შემოდგომა; მთაწმინდა—მცხეთა [1].
 69. *Galumna* sp. ტყის საფენი, ხავსი; ზაფხული—კუს ტბა [3].

ოჯახი Pthiracaridea

70. *Pthiracarus piger* Scopoli ტყის საფენი; გაზაფხული—ფუნუკულიორის პლატო. [1].

ოჯახი Oribotritiidea

71. *Oribotritia* sp. ხავსი, 18.VI.1963—ფუნუკულიორის პლატო; ხავსი, 8.I.1960—ორთაქალა. 22.IX.1960—მთაწმინდა.

ჩამოთვლილი ტკიპებიდან საქართველოსათვის პირველად აღნიშნული 9 სახეობა *Brachychthonius berlesii* Will., *Sphaerochthonius transversus* Will., *Camisia lapponica* Träg., *Trimalaconotrus glaber* Mich., *Gymnodamaeus austriacus* Will., *Fosseremus laciniatus* Berl., *Amerobelba rastelligera* Koch, *Chamobates spinosus* Sell., *Peloribates europaeus* Will.

ზემოთ მოყვანილ ფაუნისტურ სიაში აღნიშნულია სასოფლო-სამეურნეო ცხოველებისათვის ზაფხულისთვის ლენტისებური ჭიების შორისული მასპინძლები.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ზოოლოგიის ინსტიტუტი

(რედაქციის მოწვივა 13.12.1963)

ЗООЛОГИЯ

Ш. Д. ДАРЕДЖАНАШВИЛИ

К ВИДОВОМУ СОСТАВУ ФАУНЫ ОРИБАТИДНЫХ КЛЕЩЕЙ
(ACARI, ORIBATEI) ОКРЕСТНОСТЕЙ ТБИЛИСИ

Резюме

В работе даны результаты фаунистических сборов панцирных клещей окрестностей Тбилиси (плато фуникулера, Мтацминда, Авчала, Соганлуги, Ортачала, Цхвети, Черепашье озеро, Коджори, Худаловский лес, окрестности Мхета, Ботанический сад).

За период 1960—1963 гг. материал собран в различных местообитаниях: лесная подстилка, мох, верхний слой почвы. Выявлен 71 вид панцирных клещей, принадлежащих к 28 семействам. Из этих видов нами впервые отмечены для Грузии девять видов: *Brachychthonius berlesii* Will., *Sphaerochthonius transversus* Will., *Camisia lapponica* Träg., *Trimalaconotrus glaber* Mich., *Gymnodamaeus austriacus* Will., *Fosseremus laciniatus* Berl., *Amerobelba rastelligera* Koch, *Chamobates spinosus* Sel., *Peloribates europaeus* Will.

В работе приводится список панцирных клещей, известных как промежуточные хозяева для различных ленточных червей—вредителей сельскохозяйственных животных: *Hermanniella granulata* Nic., *Liacarus coracinus* Koch, *Xenillus tegeocranus* Herm., *Scutovertex minutus* Koch, *Liebstadia similis* Mich., *Notaspis punctatus* Nic., *Sheloribates laevigatus* Koch., *Sheloribates latipes* Koch, *Trichoribates incisellus* Kram., *Trichoribates trimaculatus* Koch *Galumna obvius* Berl.

დავითიანი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ბ. ჯაფარიძე. ჯავშნიანი ტკიპებრს (Acari, Oribatei) ფუნქსიონის საქართველოში. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის შთაბეჭ, XXXI, 2, 1963.
2. Г. Ф. Р е к к. К изучению фауны подстилки и почвы букowego леса в Лагодехском заповеднике. Сб. „Лагодехский заповедник“, в. 1. Изд. АН ГССР, 1941.
3. Е. М. Бу л а н о в а-З а х в а т к и н а. Булавоногие клещи семейства Damaeidae Berl. (Acariformes, Oribatei). Зоологический журнал, XXXVI, в. 12, 1957.

АНАТОМИЯ

Н. Д. БАКРАДЗЕ

ГИСТОХИМИЧЕСКОЕ ВЫРАЖЕНИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИИ
ГЛИКОГЕНА, РИБОНУКЛЕОПРОТЕИДОВ МИТОХОНДРИИ И
СУЛЬФИДРИЛЬНЫХ ГРУПП В МИОКАРДЕ И ЕГО ПРОВОДЯ-
ЩЕЙ СИСТЕМЕ ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ КОРОНАРНОЙ БОЛЕЗНИ

(Представлено академиком В. К. Жгенти 14. 12. 1963)

Структурные особенности гистохимически обнаруживаемого гликогена — вещества, являющегося основным источником энергии мышечных сокращений [1, 2], — могут служить эквивалентом одной из сторон, а именно истоков обменных процессов, обуславливающих энергообразовательные процессы в сердце. Гистохимические особенности рибонуклеопротеидов митохондрий, основных энергообразующих систем цитоплазмы [3, 4], могут быть эквивалентом обеспечения окислительного фосфорилирования и синтеза АТФ в миокарде. Гистохимические особенности сульфгидрильных групп, т. е. активных центров актомиозинового комплекса и ферментных систем мышечных волокон [5, 6], являются эквивалентом способности созидания названных сократительных белков мышечных волокон и использования превращения химической энергии фосфатных связей АТФ в кинетическую энергию, т. е. структурным (химическим) выражением завершения энергетических процессов в сердце.

Следовательно, изучение тонкой структуры миокарда с учетом гистохимических особенностей гликогена, рибонуклеопротеидов митохондрий и сульфгидрильных групп дает представление о структурном выражении состояния энергетических процессов в миокарде в целом.

Изучение энергетических процессов в сердце целесообразнее проводить путем исследования ферментных систем, осуществляющих названные процессы (глюкозо-6-фосфатаза, дигидрогеназы, аденозинтрифосфатаза, АТФ-ная активность миозина). Проведение таких исследований возможно лишь на экспериментальном материале. Именно на экспериментальном материале проведено успешное изучение гистохимии энергетических процессов миокарда [7, 8].

Отсутствие возможности гистохимического изучения ферментных системы сердца на секционном материале можно восполнить взаимосвязанным изучением гликогена, рибонуклеопротеидов митохондрий и сульфгидрильных групп, эквивалентно отражающих состояние энергети-

ческих процессов в названном органе, т. е. в органе, претерпевающем различные виды патологии, для профилактики и эффективного лечения которых необходимо выявление морфологического субстрата поражений, характерных для каждого вида патологии.

Изучение на секционном материале гистохимических особенностей гликогена, рибонуклеопротеидов митохондрий и сульфгидрильных групп белков позволяет выявить характер структурного выражения поражения отдельных звеньев цепи энергетических процессов в сердце, иными словами, определить характер структурного выражения нарушения обменных процессов в сердце в условиях различной патологии, что, помимо теоретического интереса, будет иметь, как уже было отмечено выше, большое практическое значение в деле рационализации профилактики и лечения заболеваний сердца [9, 10, 11, 12, 13, 14].

Цель наших исследований — изучение гистохимических особенностей изменений гликогена, рибонуклеопротеидов митохондрий и сульфгидрильных групп в миокарде и его проводящей системе во время хронической коронарной болезни с декомпенсацией сердечной деятельности и без нее.

Материал и методика исследований

Материал для исследования брался в случаях тяжелого коронароатеросклероза при вскрытии трупов лиц 55—75-летнего возраста, в 22 случаях умерших от хронической коронарной болезни, сопровождавшейся декомпенсацией сердечной деятельности, а в 18 случаях с отсутствием явлений декомпенсации сердца и умерших скоропостижно от тяжелой механической травмы (судебно-медицинские случаи). В 28 случаях коронароатеросклероз сочетался с гипертонической болезнью. Для контроля в 12 случаях материал взят с трупов лиц 30—55-летнего возраста с отсутствием выраженного коронароатеросклероза, умерших скоропостижно от тяжелой механической травмы (судебно-медицинские случаи).

Материал для исследования брался через 2—4 часа после момента наступления смерти. Кусочки толщиной 2—3 мм бралась с участков сердца, в которых располагаются узлы и волокна (Пуркинье) проводящей системы. В качестве фиксаторов применялись: 1) нейтральная фиксирующая смесь Шабаша и 2) жидкость Карнуа.

Срезы для выявления гликогена окрашивались модифицированной PAS реакцией Шабаша (контроль с амилазой), для определения рибонуклеопротеидов — метиленовой синью при различных значениях pH среды окрашивания (от pH=2,2 до pH=5,6 с интервалами 0,2) по методу Шабаша (контроль с кристаллической тестикулярной рибонуклеазой), для выявления сульфгидрильных групп по методам: а) Барнета и Зелигмана и б) В. А. Яковлева и С. Н. Нистратовой.

Результаты собственных исследований

Результаты исследований показали, что при коронароатеросклерозе, сопровождающемся гипертонической болезнью, и без нее в волокнах проводящей системы и синцитиальных мышечных волокнах сердца в период компенсации сердечной деятельности обнаруживается увеличение количества гликогена, более интенсивно выраженное при гиперто-



Рис. 1



Рис. 2

нической болезни. Количество гликогена в волокнах проводящей системы сердца больше, чем в синцитиальных волокнах. Цитоплазма всех волокон проводящей системы переполнена глыбками гликогена (рис. 1), в синцитиальных мышечных волокнах же гликоген откладывается в А-дисках — не во всех волокнах — и представлен в виде мелких зерен и пыли.

В этих же случаях рибонуклеопротеиды митохондрий выявляются в малом количестве в волокнах проводящей системы в виде неравномерно расположенных мелких зерен в цитоплазме, а в большом количестве — в синцитиальных мышечных волокнах в виде равномерно расположенных крупных палочек, запятых и шаров. Отмеченное обстоятельство особенно ярко выражено при гипертонической болезни. В волокнах миокарда рибонуклеопротеиды митохондрий выявляются при $pH=4,2 - 4,6$, а в волокнах проводящей системы — при $pH=4,6-5,0$.

Сульфгидрильные группы выявляются в большом количестве и с одинаковой интенсивностью в волокнах проводящей системы и миокарда, причем в волокнах проводящей системы они распределяются по всей цитоплазме равномерно, а в синцитиальных мышечных волокнах — в анизотропных А-дисках.

Во время декомпенсации сердечной деятельности в волокнах проводящей системы (рис. 2), и особенно в синцитиальных мышечных волокнах сердца, отмечается резкое уменьшение количества гликогена. В проводящей системе гликоген совершенно не выявляется в синусном узле и узле Ашоф-Тавара, а также в общем стволе пучка Гиса. Его количество резко уменьшено в обоих ножках пучка Гиса и в волокнах, находящихся в соседних мышцах. Иногда гликоген выявляется только в волокнах проводящей системы, и его совсем нет в синцитиальных мышечных волокнах сердца.

Редко на фоне полного отсутствия гликогена отдельные синцитиальные мышечные волокна переполнены глыбками гликогена и PAS положительными конгломератами, не исчезающими под действием амилазы⁽¹⁾. Строма представлена местами рубцовой, часто гиалинизированной соединительной тканью, которая как в проводящей системе, так и в миокарде пропитана гомогенным PAS положительным веществом⁽²⁾.

В этих же случаях рибонуклеопротеиды митохондрий полностью отсутствуют в волокнах проводящей системы и в подавляющем большинстве синцитиальных волокон.

Количество сульфгидрильных групп резко уменьшено как в волокнах проводящей системы, так и в синцитиальных мышечных волокнах сердца. Все вышеотмеченные изменения одинаково выражены при коронароатеросклерозе, сопровождающемся гипертонической болезнью, и без нее.

Приведенные факты показывают, что в волокнах проводящей системы сердца в условиях компенсации сердечной деятельности обнаруживается большое количество гликогена при наличии малого числа митохондрий (эквивалентом чего является наличие малого количества рибонуклеопротеидов митохондрий). В этих же условиях обнаруживается умеренное количество SH-групп.

Анализируя отмеченный факт, можно предположить, что большое количество гликогена при малом количестве основных энергообразующих центров—митохондрий указывает на понижение способности окислительного фосфорилирования и, следовательно, синтеза АТФ с уча-

⁽¹⁾ При окраске по методу Селье (1962) синцитиальные мышечные волокна, содержащие PAS положительные конгломераты, не снимающиеся под действием амилазы, резко функсиофильны.

⁽²⁾ При окраске толуидиновой синью выявляются кислые мукополисахариды.

ствием митохондрий. С другой стороны, умеренное количество SH-групп, представляющих собой активные функциональные группы миозина, обеспечивает превращение химической энергии фосфатных связей АТФ в кинетическую энергию мышечных сокращений.

Таким образом, при коронарной болезни в стадии компенсации сердечной деятельности в проводящей системе сохранены основные фазы энергообразующих процессов, гликогенолиз, синтез АТФ и превращение химической энергии АТФ в кинетическую.

Из сказанного следует, что наличие большого количества гликогена в волокнах проводящей системы можно считать выражением компенсации нарушенных энергообразующих функций, являющихся в то же время структурным выражением компенсации нарушенного обмена в условиях хронической коронарной болезни. Видимо, этим можно объяснить значение подачи сахара организму для сохранения компенсаторной способности сердца в условиях хронической коронарной болезни.

В синцитиальных мышечных волокнах миокарда в условиях компенсации сердечной деятельности гликоген обнаруживается в умеренном количестве при наличии большого количества укрупненных митохондрий (эквивалентом чего является большое количество рибонуклеопротеидов митохондрий в виде крупных, полиморфных образований), выявляющихся при высоких значениях рН среды окрашивания.

Анализируя отмеченный факт, можно предположить, что при наличии в синцитиальных мышечных волокнах большого количества митохондрий — энергообразующих центров, обеспечивающих в названных волокнах окислительное фосфорилирование (через цепь пировиноградная кислота (пируват-ПВК) ацетил+коэнзим А (ацетил- K_0A) и лимоннокислый цикл Кребса), наряду с окислением конечных продуктов гликогенолиза (молочной кислоты) будут окисляться и другие энергетические вещества (жирные кислоты, аминокислоты, кетонные тела), доставляемые в миокард, и, следовательно, еще более эффективно будет создаваться АТФ, т. е. основное энергетическое вещество миокарда.

Этому соответствует умеренное количество SH-групп, указывающих на адекватное превращение химической энергии, полученной вследствие окисления вышеназванных веществ, в кинетическую. Увеличение количества митохондрий в синцитиальных волокнах в условиях коронарной болезни является выражением компенсации нарушенных окислительных функций в условиях гипоксии, вызванной коронарсклерозом. По-видимому, этим следует объяснить сугубо отрицательное действие недостаточности кислорода на функцию миокарда в условиях коронарсклероза и большой терапевтический эффект подачи кислорода организму при названной патологии.

В условиях декомпенсации сердечной деятельности в волокнах проводящей системы наблюдается резкое уменьшение количества гликогена и SH-групп и полное исчезновение митохондрий, что указывает на тяжелое повреждение процессов окислительного фосфорилирования — главного источника энергии — и процессов, трансформирующих химическую энергию АТФ в механическую работу в волокнах проводящей системы.

В синцитиальных мышечных волокнах отмечается резкое уменьшение количества митохондрий и SH-групп и полное исчезновение гликогена. Уменьшение количества митохондрий и SH-групп в синцитиальных мышечных волокнах указывают на тяжелые повреждения белкового скелета рибонуклеиновых кислот митохондрий и миозинового комплекса сократительных белков сердца.

Из приведенных фактов становится очевидным, что гистохимическим выражением декомпенсации сердечной деятельности, вызванной коронароатеросклерозом, сопровождающимся гипертонической болезнью, и без нее, является глубокое нарушение обмена нуклеиновых кислот и сократительных белков мышечных волокон проводящей системы и синцитиальных мышечных волокон сердца, которое приводит к полной инактивизации процессов, регулирующих энергообразовательные и энергопревращающие процессы.

Сопоставление результатов исследования в проводящей системе и синцитиальных мышечных волокнах показало, что при коронароатеросклерозе без декомпенсации сердечной деятельности обнаруживается сохранение необходимых для функционирования мышечных волокон как проводящей системы, так и синцитиальных мышечных волокон всех основных обменных процессов.

Следовательно, при коронароатеросклерозе в условиях компенсации обменные процессы нормализованы в обеих мышечных системах сердца. Однако, как было указано выше, в первой это поддерживается увеличением количества истоков химической энергии — накоплением гликогена, во второй — усилением энергообразовательных систем, т. е. функции митохондрий.

Таким образом, гистохимическим выражением компенсации нарушенных функций в миокарде, вызванных коронароатеросклерозом, является увеличение количества гликогена в проводящей системе и гипертрофия митохондрий в синцитиальных мышечных волокнах на фоне умеренного количества SH-групп в обеих системах.

Именно такие гистохимические особенности и соответствуют нормальному функционированию миокарда и обеспечивают сохранение компенсации в условиях коронароатеросклероза и гипертонической болезни.

Вышеотмеченное подтверждается гистохимическими особенностями декомпенсированного сердца, в котором обнаруживается уменьшение количества гликогена, источника энергии в волокнах проводящей системы, на фоне полного исчезновения митохондрий и уменьшение количества ферментных центров в синцитиальных мышечных волокнах на фоне исчезновения гликогена и уменьшения количества SH-групп.

Тбилисский медицинский институт

(Поступило в редакцию 14.12.1963)

სანატორია

ბ. ღ. ბაბრბაძე

გლიკოგენის, მიტოქონდრიების რიზონუკლეოპროტეინებისა და სულფიდრული ჯგუფების ჰისტოქიმიური გამოვლინების ურთიერთკავშირის შესახებ გულის სინციტიური და გამტარი სისტემის კუნთოვან ბოჭკოებში ძრონიული კორონული დაბავადების დროს

რეზიუმე

ადამიანის სექციური მასალის 52 შემთხვევის, ჰიპერტონულ დაავადებასთან შეუღლებული და მის გარეშე მიმდინარე კორონაროატეროსკლეროზის გულის მუშაობის კომპენსაციის (22 შემთხვევა) და დეკომპენსაციის (18 შემთხვევა) პირობებში (12 წარმოადგენს საკონტროლოს). გულის გამტარი სისტემისა და სინციტიურ კუნთოვან ბოჭკოებში გლიკოგენის, მიტოქონდრიების რნჰ-ს და SH-ჯგუფების ჰისტოქიმიური თავისებურებების ურთიერთდაპირისპირების საფუძველზე გულის მუშაობის კომპენსაციისა და დეკომპენსაციის პირობებში შესწავლილია ენერგეტიკული ცვლის მიმდინარეობისა და დარღვევების ცალკეული მხარეების სტრუქტურული გამოხატულების თავისებურებანი.

გულის მუშაობის კომპენსაციის დროს, გულის გამტარი სისტემისა და სინციტიურ კუნთოვან ბოჭკოებში კომპენსატორულადაა გაძლიერებული სისტემები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ენერგიის შექმნისა (ანაერობული და აერობული ფოსფორილების პროცესები) და ატფ-ს ქიმიური ენერგიის კინეტიკურ ენერგიად გარდაქმნის პროცესებს. ამასთან ენერგეტიკული უზრუნველყოფა გულის გამტარი სისტემის კუნთოვან ბოჭკოებში ცირითადად მიმდინარეობს უპირატესად ანაერობული გლიკოლიზის; სინციტიურ კუნთოვან ბოჭკოებში კი მიტოქონდრიებში დალოკალურული ფანგვიითი ფოსფორილების პროცესის გააქტივების საფუძველზე.

გულის მუშაობის დეკომპენსაციის დროს მცირე დარღვევები ვითარდება კუნთოვანი ბოჭკოების ენერგიის შემქმნელ და ენერგიის გარდაქმნელ ზემოდასახელებულ სისტემებში.

დასმონების ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. С. С. Касабьян. Материалы по гистохимии гликогена, аскорбиновой кислоты и SH-группы в миокарде при компенсации и декомпенсации сердца. Архив патологии, 23, 1, 1961, 41 — 46.
2. В. Wittels, L. Reiner. Histochemical observations on glycogen in the human myocardium. Amer. J. of Pathology, 1, 36, 1960, 55 — 77.
3. А. Л. Шабаташ. Цитохимические особенности РНП митохондрий и эргастоплазмы. Цитология, 1, 1959, 15.
4. С. Е. Северин, В. П. Скулачев, Л. Л. Киселев и С. П. Маслов. Фосфорилирующее и нефосфорилирующее окисление в растущей мышце. ДАН СССР, 134, 6, 1960, 1468 — 1471.
5. В. А. Энгельгардт и М. Н. Любимова. К механохимии мышцы, 7, 1942.
6. Т. М. Турпаев. Роль SH-групп в сократительном акте сердечной мышцы. Биохимия, 16, 6, 1951, 611 — 614.
7. Е. Ф. Лушников. Окислительно-восстановительные ферменты при экспериментальном инфаркте сердечной мышцы. Труды МОЛМИ, XXIII, М., 1963, 249 — 262.
8. Ф. З. Меерсон и Н. Т. Райхлин. Некоторые гистохимические изменения в миокарде при компенсаторной гиперфункции сердца. Архив патологии, 7, 1961, 36.
9. С. С. Вайль. Функциональная морфология нарушений деятельности сердца. Л., 1961.
10. Ф. З. Меерсон. Компенсаторная гиперфункция и недостаточность сердца. М., 1960.
11. ვლ. ქვენცი. ავადმყოფობა, მისი მიზეზები და გავანბნოვნების ბიოლოგიური მექანიზმები. თბილისი, 1963.
12. А. И. Струков. Гистохимические методы в патологической анатомии. Труды МОЛМИ, 1, 22, 3, М., 1963.
13. Е. Ф. Яницкая. Проводящая система сердца человека в норме и при некоторых патологических состояниях миокарда. Архив патологии, 5, 1959, 13.
14. I. M. Blain H. Schafer, A. L. Siegal a. R. I. Bing. Studies on myocardial metabolism. J. Amer. med. Assoc., 20, 6, 1956.



Ю. К. ШХВАЦАБАЯ

ФЕНОМЕН ПАРАДОКСАЛЬНОГО УКОРОЧЕНИЯ ФАЗЫ ИЗГНАНИЯ КРОВИ ИЗ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА СЕРДЦА ПОСЛЕ ПРЕКРАЩЕНИЯ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии С. П. Нарикашвили 25.9.1963)

Длительность периода изгнания или фазы изотонического сокращения миокарда желудочков сердца является важным показателем сократимости миокарда. Изменение длительности этой фазы, возникающее под влиянием мышечной работы, исследовалось специально [1, 2, 3, 4, 5]. Было показано, что возникающее под влиянием работы укорочение периода изгнания восстанавливается во время реституции до исходных значений.

В процессе исследования динамики сердечного сокращения в условиях мышечной работы нами было обращено внимание на некоторые еще не описанные изменения длительности периода изгнания во время ранней реституции (сразу же после прекращения работы). Описанию этих особенностей и посвящено настоящее сообщение.

Ранее нами была разработана методика [6] регистрации физиологических кривых, необходимых для поликардиографического анализа длительности фаз сердечного цикла (электрокардиограммы, фонокардиограммы и кривой пульса сонной артерии) в процессе выполнения испытуемым мышечной работы. С помощью этой методики было обследовано 152 спортсмена, выполнявших на велоэргометре разную по объему и мощности работу (от 500 до 2000 кгм в одну минуту).

Расчет длительности периода изгнания велся по кривой пульса сонной артерии (рис. 1): измерялась длительность всей волны (с₁), из которой вычиталось время, затрачиваемое на закрытие полулунных клапанов (с₂), — время протодиастолического периода [7, 8, 9].

Методика исследования заключалась в следующем: испытуемый, сидя на велоэргометре, выполнял заданную работу. Во время выполнения работы ежеминутно синхронно регистрировались электрокардиограмма, фонокардиограмма и сфигмограмма сонной артерии. Далее по команде испытуемый резко прекращал педалирование. В этот

момент вновь производилась регистрация сердечной деятельности. Наблюдение за восстановлением длительности фазы изотонического сокращения миокарда велось на протяжении 10—15 минут. Такая методика позволила наблюдать за изменением длительности периода изгнания как во время работы, так и во время реституции. Причем было обеспечено измерение длительности периода изгнания во время самой ранней реституции — сразу же по прекращении испытываемой работы.



Рис. 1. Расчет длительности фазы изгнания крови из левого желудочка по сфигмограмме сонной артерии (вторая кривая). Вертикальные пунктирные линии отражают следующие этапы сердечного цикла: *c* — начало изгнания крови из желудочков; *e* — начало расслабления миокарда желудочков (конец изгнания); *f* — закрытие полулунных клапанов (конец протодиастолы). Первая кривая—ЭКГ, третья—кардиофонограмма, четвертая—время по 0,1 сек.

Под влиянием мышечной работы у всех спортсменов длительность периода изгнания укорачивалась. Это укорочение, достигавшее 25—35% по отношению к исходным данным покоя, сохранялось на протяжении большей части рабочего периода. Во время реституции у всех

испытываемых наблюдалось закономерное удлинение периода изгнания по отношению к длительности его во время работы. После 5—10 минут длительность изгнания восстанавливалась до исходных величин.

Описанная динамика длительности периода изгнания в общем аналогична той, которую наблюдали цитированные выше авторы. Однако более детальный анализ, особенно касающийся ранней реституции, позволил нам установить факт, не обсуждавшийся в известной нам литературе. Он заключается в том, что сразу же после прекращения активной мышечной деятельности длительность периода изгнания, уже укороченная во время физической нагрузки по сравнению с исходной, укорачивается дополнительно. Это укорочение у разных обследованных колеблется от 0,02 до 0,04 секунды и составляет в среднем 14% по отно-

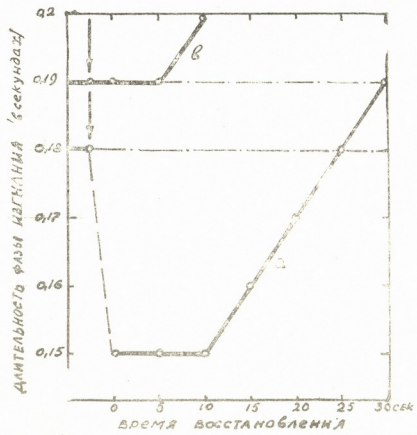


Рис. 2. Изменение длительности фазы изгнания крови из левого желудочка после прекращения мышечной работы: а — испытуемый лежит, б — испытуемый лежит. Стрелкой указан момент окончания работы

шению к длительности этой фазы в последние минуты выполнения мышечной работы. Такого рода вторичное укорочение периода изгнания, которое мы обозначили как парадоксальное, является кратковременным: через 10—30 секунд длительность этой фазы начинает восстанавливаться до исходных величин. Именно кратковременность парадок-

сального укорочения периода изгнания в начале реституции, по-видимому, и явилась одной из причин того, что оно не было описано авторами, работавшими в этой области. Дело в том, что в связи с методическими трудностями исследование фаз сердечного цикла раньше не проводилось в процессе мышечной работы (или тотчас же после нее). Анализ восстановления длительности фаз начинали производить обычно лишь спустя 1/2—1 минуту после окончания мышечной работы.

На рис. 2 показано изменение длительности периода изгнания во время ранней реституции, зарегистрированное у одного из наших испытуемых. Как показано на этом рисунке, сразу же по прекращении мышечной работы длительность периода изгнания, составлявшая в конце работы 0,18 секунды, резко укоротилась до 0,15 секунды. Далее, на протяжении первых 10 секунд восстановительного периода длительность обсуждаемой фазы практически не изменялась. На 10-й секунде началось ее удлинение и лишь через 25 секунд после окончания мышечной работы длительность периода изгнания достигла величины, равной той, которая имела место в конце работы. Описанный характер изменения длительности изотонического сокращения сердца наблюдался у всех обследованных нами лиц. Индивидуальные различия сводились лишь к выраженности парадоксального укорочения периода изгнания и времени, в течение которого это укорочение наблюдалось.

Наличие парадоксального укорочения фазы изгнания после окончания мышечной работы, по-видимому, можно объяснить наблюдаемое Копе [10] укорочение «времени минутного опорожнения» во время ранней реституции.

Парадоксальное укорочение периода изгнания крови из желудочков сердца сразу же после прекращения мышечной работы мы связываем с влиянием гравитации на систему кровообращения. Можно себе представить следующий механизм этого вторичного укорочения. В результате внезапного прекращения мышечной работы перестает функционировать «мышечный насос», обеспечивающий венозный возврат крови к сердцу. Вследствие этого кровенаполнение желудочков уменьшается и кровь на некоторое время депонируется в нижней части туловища. А поскольку мощность сердечного сокращения в первые секунды после прекращения мышечной работы остается резко увеличенной, изгнание уменьшенного количества крови из желудочков совершается за более короткий срок.

Для установления роли уменьшения венозного возврата в происхождении парадоксального укорочения периода изгнания мы произвели специальное исследование. Группа спортсменов (13 человек) обследовалась дважды с перерывом в несколько дней. При первичном обследовании они выполняли работу на велоэргометре в вертикальном поло-

жени (сидя). При этом у всех имело место парадоксальное укорочение периода изгнания после прекращения работы.

При повторном исследовании испытуемые совершали ту же работу на велоэргометре, но уже в горизонтальном положении—лежа на специальной кушетке. В этом случае влияние гравитационного фактора на кровообращение можно было считать резко уменьшенным.

Анализ наших наблюдений показал, что при выполнении испытуемым работы в горизонтальном положении феномен парадоксального укорочения изгнания отсутствовал у 12 человек. Как показано на рис. 2, сразу же по прекращении мышечной работы длительность периода изгнания оставалась такой же, как и в конце работы, а через 5 секунд она начинала удлиняться, восстанавливаясь до исходной. Лишь у одного испытуемого парадоксальное укорочение все же наблюдалось, хотя оно и было сравнительно небольшим (0,01 сек.).

Представленные данные, как нам кажется, подтверждают описанный выше механизм парадоксального укорочения периода изгнания. Действительно, разкое прекращение функций «мышечного насоса» в горизонтальном положении испытуемого не должно существенно сказываться на величине венозного возврата крови к сердцу. Вследствие того, что наполнение желудочков при горизонтальном положении тела осуществляется достаточно интенсивно, сердечный выброс не уменьшается и, следовательно, длительность периода изгнания не укорачивается.

Выраженность и длительность феномена парадоксального укорочения периода изгнания в значительной степени определяется активностью регуляторных систем организма. Поэтому исследование этого феномена может оказаться полезным при изучении физиологии кровообращения.

Лаборатория врачебного контроля
Государственного центрального ордена Ленина
института физкультуры
Москва

(Поступило в редакцию 25.9 1963)

ფიზიოლოგია

ი. შხვაცავაძე

კუნთური მუშაობის შეწყვეტის შემდეგ მარცხენა პარკუჭიდან სისხლის ამოღების ფაზის პარადოქსული შემოკლების ფენომენი

რეზიუმე

გულის მოკმედეგის დინამიკის შესწავლის მიზნით, ფაზური ანალიზის მეთოდით, შესწავლებოდა ველოერგომეტრზე მომუშავე 152 სპორტსმენი. მუშაობის ყოველი წუთის ინტერვალებით სინქრონულად აღირიცხებოდა ელექტროკარდიოგრამა, კაროტიდული სფიგმოგრამა და ფონოკარდიოგრამა.

სისხლის ამოდენის ფაზის ხანგრძლიობა, რომელიც მოსვენებულ მდგომარეობასთან შედარებით მუშაობის დროს შემცირებულია, უკანასკნელის შეწყვეტისთანავე დამატებით კიდევ მცირდება. ეს მეორადი შემცირება აღნიშნული ფაზისა, რომელსაც პარადოქსული ეწოდა, განპირობებულია გრავიტაციის გავლენით სისხლის მიმოქცევაზე. მუშაობის უცაბედი შეწყვეტის გამო „კუნთური დეჟის“ მუშაობაც, რომელიც განაპირობებს ვენური სისხლის მოდენას გულთან, წყდება. ამის შედეგად პარკუტის სისხლით ამოცემა მცირდება. მაგრამ, ვინაიდან მუშაობის უცაბედი შეწყვეტის პირველ ხანებში გული კვლავ განაგრძობს მკაფურ შეკუმშვას, იგი უფრო ნაკლები დროის განმავლობაში ამოდენის სისხლის შემცირებულ რაოდენობას.

გრავიტაციის მნიშვნელობა სისხლის ამოდენის ფაზის მეორად შემცირებაში დასტურდება ველოერგომეტრზე ცდისპირთა წოლის მდგომარეობაში შესრულებული მუშაობით. ამ შემთხვევაში გრავიტაციის ფაქტორის გავლენა მკვეთრად მცირდება, ვენური სისხლის მოქცევა არ ირღვევა და სწორედ ამ პირობებში პარკუტიდან სისხლის ამოდენის ფაზის მეორადი შემოკლება, როგორც წესი, არ აღინიშნება.

დასოფნებულ ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. W. P. Bowen. Changes in heart — rate, blood pressure and duration of systole resulting from bicycling. Amer. J. Physiol., 11, 1, 1904, 59 — 77.
2. W. Weitz. Studien zur Herzphysiologie und pathologie auf Grund kardiographischer Untersuchungen. Erg. inn. Med., 22, 1922, 402 — 478.
3. G. Lehmann, A. Steinhäus. Die dielektrographische Analyse des Erholungsvorganges. Arbeitsphysiol., 6, 6, 1933, 606 — 621.
4. K. Blumberger. Die Untersuchung der Dynamik des Herzens beim Menschen; ihre Anwendung als Herzleistungsprüfung. Ergebn. inn. Med. u. Kinderheilk., 62, 1912, 424 — 531.
5. H. Reindell, H. Klepzig. Untersuchungen über die Anspannung und Antriebszeit des Herzens bei Herzmuskelschädigung und bei veränderter Kreislaufregulation. Z. Kreislaufforsch., 38, 5 — 6, 1949, 129 — 147.
6. Ю. К. Шхвацабая. Методика исследования динамики сердечного сокращения в процессе мышечной работы у спортсменов. Теория и практика физической культуры, 2, 1963, 33 — 35.
7. C. I. Wiggers. Studies on the consecutive phases of the cardiac cycle. I. The duration of the consecutive phases as the criteria for their precise determination. Am. J. Physiol., 56, 1921, 415 — 421.
8. Ph. Broemser O. Ranke. Die physikalische Bestimmung des Schlagvolumens des Herzens. Ztschr. f. Kreislauff., 25, 1, 1933, 11 — 27.
9. В. Л. Карпман. Динамика, сердечного сокращения при гипертонической болезни. Кардиология, 5, 1961, 74 — 80.
10. O. M. Cope. The effect of exercise on ventricular minuteoutput time. Amer. J. Physiol., 94, 1, 1930, 140 — 143.
11. J. Emmerich, H. Klepzig, H. Reindell. Zur Frage der klinischen Bedeutung einer Unterteilung der Anspannungszeit des linken Ventrikels in Umformungszeit und Druckanstiegszeit. Arch. Kreislaufforsch., 4, 6 — 7, 1956, 177 — 204.

ФИЗИОЛОГИЯ

Н. Н. ПАРЦХАЛАДЗЕ

ВЛИЯНИЕ РЕНТГЕНОВЫХ ЛУЧЕЙ НА ПРОЦЕСС
АССИМИЛЯЦИИ БЕЛКОВОЙ ОБОЛОЧКИ ЯЙЦА КУРИНЫМ
ЗАРОДЫШЕМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 27.9.1963)

В яйце птиц большая часть питательных веществ находится вне зародыша: в желточном мешке, в белковой оболочке, и в известковой скорлупе. Поэтому изучение процесса развития зародыша как в нормальных условиях, так и при воздействии вредных факторов внешней среды самым тесным образом связано с изучением тех изменений, которые происходят в образованиях, содержащих питательные вещества.

Общий вес белковой оболочки до инкубации составляет в среднем около 60% веса яйца. Вследствие перехода жидкой части в желточный мешок вес белковой оболочки значительно падает и к 8-му дню инкубации составляет в среднем 19% веса яйца. Такой вес белковой оболочки, по данным М. Н. Рагозиной [1], сохраняется до конца 12-го дня инкубации. Начиная с 13-го дня, белковая оболочка служит дополнительным источником питания. По сероамниотическому каналу белковая масса попадает в полость амниона и здесь заглатывается цыпленком. Процесс перехода белковых веществ в амниотическую полость, как правило, заканчивается к концу 18-го дня.

В результате перемещения жидкой составной части белковой оболочки внутрь желтка последний увеличивается и к 5-му дню достигает больших размеров, заметно не уменьшаясь вплоть до 18-го дня инкубации. К 19-м суткам развития желточный мешок начинает резко уменьшаться. Стенки желточного мешка энергично втягиваются в брюшную полость цыпленка.

К концу 20-го дня инкубации процесс втягивания желточного мешка в брюшную полость цыпленка почти полностью заканчивается. Обычно с этого времени, т. е. в самом начале 21-го дня, начинается вылупление цыплят.

Одной из причин, вызывающих гибель почти сформированных цыплят в последние дни инкубации, является задержка процесса ассими-

лянии белковой оболочки яйца. При этом втягивание желточного мешка в брюшинную полость приостанавливается, и цыпленок теряет способность проклюнуть скорлупу [2].

В доступной нам литературе мы не нашли работ по вопросу о влиянии рентгеновых лучей на усвоение белковой оболочки куриным эмбрионом, что и побудило нас изучить этот вопрос.

Методика

Работа проводилась на яйцах кур породы белый леггорн. Для опытов были взяты яйца из одного и того же птичника, сбора одного дня. На следующий день после снесения яйца инкубировались в лабораторном инкубаторе.

Спустя 48 часов после начала инкубации производилось тотальное однократное облучение рентгеновыми лучами на аппарате РУМ-II с фильтром 0,5 Си, при напряжении 200 кв, силе тока 20 ма мощностью 15 г/мин при общей дозе 400 г. Яйца во время облучения находились в ящике с нагретым песком при температуре воздуха 37—38°C. Одновременно облучалось 8—12 яиц.

Ежедневно яйца просвечивались двумя осветителями ОИ-7, что давало возможность наблюдать за изменениями, происходящими в полости скорлупы.

Опыты проводились в двух сериях. В одной серии опыта яйца после облучения инкубировались при температуре $34,5^{\circ} - 36,5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ и 65—70% относительной влажности. Во второй серии опыта — при температуре $39^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ и 55—60% относительной влажности.

Результаты и обсуждение

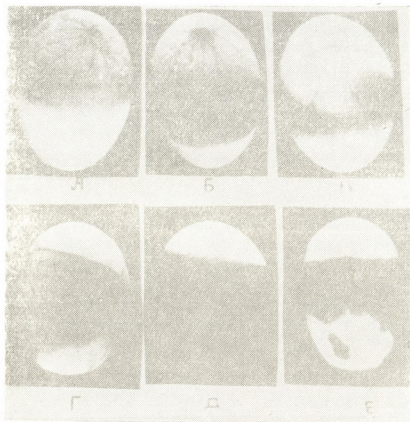
В одной серии опыта на 32 необлученных (контрольных) яйцах наблюдалось семь смертельных случаев, что немногим больше 1/5 общего числа. Эмбрионы погибали в разные сроки инкубации и только в двух случаях имела место гибель на 21-й день инкубации.

Иная картина наблюдалась на облученных яйцах. Из 34 облученных яиц погибло 23 эмбриона, т. е. 2/3 общего числа. Более половины смертных случаев (14) приходилось на 21—22-й день инкубации. В таких случаях за 1—2 дня до смерти плода белковая масса оставалась в полости яйцевой скорлупы, т. е. наблюдалась задержка процесса асимилиации белковой оболочки яйца (см. рис.).

Оказалось, что такие результаты закономерны, когда в инкубаторе температура достигает $34,5^{\circ} - 36,5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, относительная влажность 65—70%. По И. П. Павлову, «все законы приурочены к определенным условиям, если условия другие, то и законы другие» ([3],

Таблица
Результаты содержания яиц в различных условиях инкубации

	Количество яиц	Температура инкубации, °С	Относительная влажность, %	Погибло на 21 — 22-й день инкубации	Общее количество погибших эмбрионов в различные сроки инкубации
Необлученные	34	34,5 — 36,5 ± 0,5	65—70	2	7
Облученные	34	34,5 — 36,5 ± 0,5	65—70	14	23
Необлученные	80	39 ± 0,5	55—60	4	9
Облученные	80	39 ± 0,5	55—60	5	11



Фотоисувки яиц при их просвечивании. А Б В Г Д — нормальное яйцо в разных стадиях развития: А — яйцо на 5-й день инкубации; Б — яйцо на 6-й день инкубации, сосудистое поле желточного мешка достигает экватора яйца, белковая оболочка яйца отдала в желточный мешок основную массу жидкости; В — яйцо на 12-й день инкубации, кровеносные сосуды «алангонса» развиты хорошо, воздушная камера увеличилась, количество белка в полости скорлупы остается без изменения; Г — яйцо на 16-й день инкубации, усиленно растет плод, от его роста значительная часть становится непрозрачной; Д — яйцо на 19-й день инкубации, в полости скорлупы отмечается наличие белка, последний сохранялся до 22-го дня инкубации, на 22-й день инкубации плод погиб

стр. 364). И действительно, во второй серии опыта, когда в инкубаторе температура за весь период инкубации достигала $39^{\circ}\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, относительная влажность 55%, тогда смертность эмбрионов, облученных и необлученных, была одинаково низка.

Из 80 облученных яиц погибли 11, пять из них — на 21-й день инкубации, остальные — в различные сроки инкубации. Почти такие же результаты были получены и на необлученных яйцах (см. табл.).

Установлено [4], что с повышением температуры воздуха инкубатора, конечно, до известного предела, потребление кислорода и выделение углекислоты куриными яйцами повышаются. Повышенная интенсивность газообмена является показателем высокой интенсивности обмена веществ. В первые дни инкубации усиление интенсивности обмена веществ вызывает у эмбрионов повышение интенсивности роста. Так, например, по данным И. Я. Прицкера [5], по истечении 6 суток инкубации вес эмбрионов, развивавшихся при 37°C , оказался равным в среднем 0,26 г и при 40°C 0,59 г. В дальнейшем во время эмбрионального роста наблюдается компенсация: замедленный рост в более ранние периоды развития компенсируется более быстрым ростом в последующие периоды, и, наоборот, ускоренный рост компенсируется к концу инкубации более медленным ростом.

В конце инкубации вес цыплят, инкубированных в условиях относительно низких и высоких температур, достигает 33—38 г. Вес остаточного желтка, находящегося в брюшной полости, составляет 6—8 г.

В наших опытах у облученных яиц, развивавшихся в условиях относительно низкой температуры ($34,5\text{—}36,5\pm 0,5^{\circ}\text{C}$), в большинстве случаев не было выражено явление компенсации. На это указывало наличие вне брюшной полости большого желточного мешка весом 13—17 г, соответственно малый вес плода и наличие белка в полости скорлупы.

Наши эксперименты показывают, что после воздействия ионизирующим излучением на эмбрион температурный оптимум его развития находится в узких пределах.

Облучение рентгеновыми лучами куриных зародышей дозой 400 г задерживает процесс ассимиляции белковой оболочки яйца при относительно низкой температуре реинкубации.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии

(Поступило в редакцию 27.9.1963)

ფიზიოლოგია

6. ფაკცხალაძე

რენტგენის სხივების გავლენა ქათმის ჩანასახის მიერ ცილოვანი გარსის ასიმილაციის პროცესზე

რეზიუმე

შესწავლილია რენტგენის სხივების გავლენა ქათმის ჩანასახის მიერ ცილოვანი გარსის ასიმილაციის პროცესზე.

ინკუბაციის დასაწყისიდან 48 საათის გავლის შემდეგ წარმოებდა კვერცხების ერთჯერადი ზოგადი დასხივება ჰაერის ტემპერატურის 37 — 38°C-ის პირობებში, 15რ წუთში საერთო დოზა 400რ.

ცდები ტარდებოდა ორ სერიად. ერთ სერიაში კვერცხების ინკუბაცია დასხივების შემდეგ წარმოებდა 34,5 — 36,5 ± 0,5°C ტემპერატურის და 65 — 70% შეფარდებითი სინოტრევის პირობებში. მეორე სერიაში 39 ± 0,5°C ტემპერატურისა და 55 — 60% შეფარდებითი სინოტრევის პირობებში.

მიღებული შედეგები მიუთითებს იმაზე, რომ მაიონიზებული გამოსხივების შემოქმედებისას ემბრიონის განვითარებისათვის ტემპერატიული ოპტიუმი ვიწრო დიაპაზონშია.

ქათმის ჩანასახის დასხივება 400რ აქვეითებს კვერცხების ცილოვანი გარსის ასიმილაციის პროცესს ინკუბაციის შედარებით დაბალი ტემპერატურის პირობებში.

დაკონკრეტული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. М. Н. Рагозина. Роль белковой оболочки яйца в развитии цыпленка. Труды Института морфологии животных им. А. Н. Северцова АН СССР, в. 12, М., 1954.
2. Ю. М. Огородный и Э. Э. Пенюкжевич. Роль белкового и водного обмена в патогенезе эмбриональной липкости цыплят. Сборник Научно-исследовательского института птицеводства, в. 2, М.—, 1939.
3. И. П. Павлов. Павловские среды, т. III, 1949.
4. А. У. Быховец. Газообмен в курином яйце и нормативы вентиляции при инкубации. Научные труды УНИСП, т. XI, Киев — Харьков, 1941.
5. И. Я. Прицкер. К вопросу о закономерностях роста птичьих эмбрионов. ДАН СССР, т. 24, № 8, 1939, 823 — 827.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

М. Д. ГЕДЕВАНИШВИЛИ, В. О. ИОСАВА

ГИСТОХИМИЯ ПОЛИСАХАРИДНЫХ КОМПЛЕКСОВ СЛЮННЫХ ЖЕЛЕЗ КРЫСЫ И ПОДЧЕЛЮСТНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ЧЕЛОВЕКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. М. Гедеванишвили 11.12.1963)

Ранее в работе [1] была показана возможность получения индуцированных опухолей подчелюстной и околоушной желез крысы при однократном введении в ткань железы бензольного раствора канцерогена (9, 10-диметил-1, 2-бензантрацен).

С целью уточнения вопроса о гистогенезе опухолей слюнных желез, ткань которых построена из неоднородных гистологических элементов, было решено изучить мукополисахаридный и гликопротеидный состав ткани нормальных околоушной, подчелюстной и подъязычной желез крысы, а также нормальной подчелюстной железы человека.

Наиболее обстоятельно мукополисахариды слюнных желез крысы изучены Спайсером [2], которому удалось установить существование различных по своим гистохимическим свойствам кислых мукополисахаридов или их комплексов в ткани слюнных желез. Однако в его работах не изучались гликопротеидный состав ткани слюнных желез, а также связь гликопротеидов с белковым секретом.

Что касается гистохимического изучения мукополисахаридного и гликопротеидного состава нормальных слюнных желез человека, то наиболее полные данные представлены в работах Клара [3] и Глезера [4]. Но, ввиду того что гистохимический анализ мукополисахаридов слюнных желез крысы нами проводился по схеме, предложенной Спайсером [2], целесообразно сравнить эти данные и результаты исследования слюнных желез человека по той же схеме.

Материал и методика

Слюнные железы забирали у крыс, наркотизированных внутривенным введением барбитурата. Части животных пища не давалась в течение 30 часов до умерщвления. Подчелюстная железа человека была получена в виде биоптического материала. Свежеиссеченные кусочки

фиксируются в жидкости Лизона или Карнуа. Парафиновые срезы окрашивались комбинированным методом альциановый синий — ШИК, а также альциановым синим, ШИК по Шабашу, толуидиновым синим (0,02%-ный раствор) при различных значениях pH. Исследовались степень подавления базофилии кислых мукополисахаридов кислотным метилированием, а также влияние омыления на результаты метилирования. Срезы подвергались также сульфатированию [5]. Обзорные препараты окрашивались гематоксилин-эозином.

Результаты опытов и обсуждение

Здесь приводятся результаты, полученные на срезах, фиксированных в жидкости Лизона, так как после фиксации по Карнуа полисахаридные компоненты секрета белковых клеток выявлялись неудовлетворительно или не выявлялись вовсе.

1. Околоушная железа крысы. Окраска комбинированным методом альциановый синий—ШИК в околоушной железе выявляет мельчайшие гранулы секрета во всех железистых клетках. Особенно хорошо видны зерна, окрашенные в пурпурный цвет, на границе секреторных капилляров. В зависимости от фазы секреции гранулы располагаются по всей цитоплазме или только у верхушек клеток. В некоторых случаях секрет может полностью отсутствовать. Толуидиновый синий при pH 3,6 выявляет в белковых железистых клетках эти же мельчайшие гранулы секрета, окрашивающиеся β -метахроматически. Благодаря скоплению гранул секрета вдоль межклеточных капилляров особенно хорошо бывает видна топография последних. При pH 1,6 в клетках слюнных протоков часто, но не постоянно, отмечается метахроматическая зернистость. В некоторых клетках мелких выводных протоков обнаруживается также и резко ШИК-положительный секрет. Интенсивно окрашены реактивом Шиффа капсула железы и междольковые перегородки.

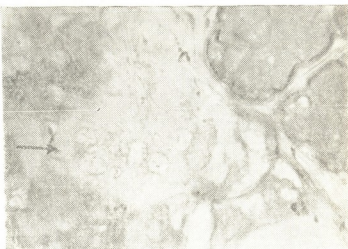
2. Подъязычная железа крысы. Слизь в секреторных отделах этой железы окрашивается наиболее ярко и интенсивно альциановым синим. Реактив Шиффа окрашивает в этом случае базальные мембраны и тонкие нитевидные тяжи в цитоплазме слизистых клеток. Секрет слизистых клеток в отличие от секрета белковых не характеризуется мелкой зернистостью. Метахромазия секрета эпителиальных клеток подъязычной железы выявляется толуидиновым синим при значении pH не ниже 3,6.

3. Подчелюстная железа крысы. Секрет в белковых железистых клетках окрашивается примерно так же, как и в околоушной железе, однако зернистость секрета выражена менее резко. Секрет в слизистых отделах железы окрашен в красный цвет и состоит из зерен

и капелек различной величины, дающих только ШИК-реакцию. Причем в зависимости от фазы секреции они располагаются диффузно по всей цитоплазме или располагаются у верхушек клеток. В некоторых участках железы встречаются немногочисленные слизистые железистые отделы, резко окрашивающиеся альциановым синим и по существу не отличающиеся от слизистых элементов подъязычной железы.

Толуидиновый синий выявляет базофилию секрета белковых клеток при значении рН выше 4,0. При этом в отличие от секрета околоушной железы зернистость секрета белковых клеток подчелюстной железы выражена нерезко. Слизистые отделы подчелюстной железы толуидиновым синим не окрашиваются даже при рН 4,6. Отдельные слизистые

Рис. 1. Участок подъязычной железы крысы, прилегающий к подчелюстной. Окрашено толуидиновым синим при рН = 1,7 после сульфатирования. Резкая базофилия (с метакромазией) в железистых элементах подъязычной железы. Умеренная базофилия секрета серозных клеток подчелюстной железы. Слизистые концевые отделы подчелюстной железы не окрашены (указано стрелкой). Ув. 400×



железистые элементы, разбросанные в ткани подчелюстной железы, окрашиваются метакроматически при рН 3,6 аналогично железистым элементам подъязычной железы (эти участки окрашиваются наиболее ярко и альциановым синим).

4. Подчелюстная слюнная железа человека. Комбинированный метод альциановый синий—ШИК выявляет секрет только в ее слизистых железистых отделах. При этом секрет окрашивается в интенсивный сине-пурпурный цвет, т. е. дает резко положительную реакцию как с альциановым синим, так и с реактивом Шиффа.

Метахромазия слизистых отделов подчелюстной слюнной железы человека ясно выявляется при рН 4,0. Остальная ткань железы проявляет базофилию при окраске толуидиновым синим при более высоких значениях при рН (рН 4,6).

Кислотное метилирование в течение 4 часов при 37°C полностью подавляет способность окрашиваться толуидиновым синим (при соот-

ветствующих значениях рН) всех базофильных структур изученных желез. Омыление 1%-ным раствором КОН в 70%-ном этаноле в течение 20 минут срезов, подвергшихся предварительно кислотному металированию, приводит к восстановлению и даже к некоторому усилению метахромазии слизистого секрета подъязычной железы и секреторных зерен белковых клеток околушной железы крысы, а также слизистых элементов подчелюстной слюнной железы человека.

В подчелюстной железе крысы базофилия восстанавливается только в тех немногочисленных слизистых отделах, которые содержат кислый мукополисахарид и по этому признаку сходны с железистыми элементами подъязычной железы.



Рис. 2. Алюциановый синий—ШИК. Тот же участок железы от другой крысы. Алюциановым синим окрашена слизь в подъязычной железе (указано стрелкой). ШИК-положительная реакция секрета концевых слизистых отделов подчелюстной железы. Умеренная реакция ШИК в серозных клетках. Ув. 250×

Базофилия белковых клеток подчелюстной железы крысы после омыления не восстанавливается. Искусственное введение радикалов серной кислоты резко повышает базофилию секреторных гранул белковых клеток околушной железы: толуидиловый синий окрашивает их β -метахроматически уже при значениях рН 1,7.

Аналогичные результаты получены в отношении слизистого секрета подъязычной железы крысы и секрета слизистых отделов подчелюстной железы человека.

В некоторых белковых клетках подчелюстной слюнной железы человека после сульфирования возникла базофилия мелких секреторных гранул в отношении толуидинового синего при рН 1,7.

В подчелюстной железе крысы после сульфирования отмечается повышение базофилии цитоплазмы белковых клеток и выраженная метахромазия отдельных слизистых отделов, содержащих кислый секрет.

Слизистые отделы этой железы, содержащие секрет, окрашивающийся реакцией ШИК, после сульфирования не приобретают способности окрашиваться толуидиновым синим при рН 1,7.

Согласно результатам данной работы становится очевидным, что белковые гранулы в цитоплазме серозных клеток слюнных желез крысы содержат значительное количество гликопротеида и, возможно, кислого мукополисахарида, причем, если допустить, что базофилия секрета этих желез обусловлена кислыми мукополисахаридами, то следует отметить более низкую базофилию полисахаридного компонента белковых клеток подчелюстной железы по сравнению с околоушной.

Слизистые секреторные отделы подчелюстной железы крысы характеризуются тем, что содержат секрет только нейтрального характера.



Рис. 3. Альциановый синий—ШИК. Резкую реакцию на альциановый синий дает слизистый секрет железистой «хромотропной» трубки подчелюстной железы. Ув 250х

При этом особенно интересно то, что в противоположность общепринятому мнению этот нейтральный секрет не приобретает способности окрашиваться основным красителем после сульфатирования. Это обстоятельство указывает на своеобразный характер полисахаридных компонентов секрета слизистых отделов подчелюстной железы.

Третий, самый малочисленный секреторный элемент подчелюстной слюнной железы крысы представлен разбросанными в виде островков слизистыми концевыми отделами, секретирующими кислый секрет, аналогичный по своим гистохимическим характеристикам секрету подъязычной железы. Поэтому нам кажется целесообразным обозначить эти секреторные элементы как концевые «хромотропные» отделы подчелюстной железы крысы.

Секреторные клетки подъязычной железы крысы вырабатывают кислый слизистый секрет, очевидно, не содержащий радикалов серной

кислоты (согласно Спайсеру [2]), а также незначительное количество нейтрального полисахарида.

Слизистые отделы подчелюстной слюнной железы человека отличаются от слизистых элементов подчелюстной, а также подъязычной железы крысы тем, что они вырабатывают секрет, дающий положительные реакции как на кислые мукополисахариды, так и на нейтральные полисахариды. Судя по реакции метилирования-омыления, этот секрет не содержит радикалов серной кислоты.



Рис. 4. Гематоксилин - эозин. Участок подъязычной железы, прилегающий к подчелюстной. Видно различие в гистологическом строении слизистых конечных отделов подъязычной и подчелюстной желез. Ув. 250 X

Белковые клетки подчелюстной слюнной железы человека, судя по реакции ШИК, содержат гликопротеиды в весьма незначительном количестве. Однако о присутствии в них полисахаридного компонента говорит тот факт, что иногда удается выявить появление базофилии в мельчайших гранулах серозного секрета после сульфатирования.

На присутствие полисахаридов, дающих положительную ШИК-реакцию и реакцию по Бауеру в серозных клетках желез у золотистого хомячка, указывает Бернер-Патцельт [6], а Клара [3] считает, что белковые гранулы клеток, секретирующие ферменты в слюнных железах человека, содержат простетическую углеводную группу, что вполне соответствует результатам наших опытов, проведенных на слюнных железах крысы и человека.

Академия наук Грузинской ССР
Институт фармакохимии

Институт экспериментальной и
клинической онкологии
Минздрава Грузинской ССР

(Поступило в редакцию 11.12.1963)

მასშტაბიანი მდინე

მ. ზაქარაიძე, ვ. ცხავეჭავჭავაძე

ვირთვას სანერწყვე ჯირკვლებსა და ადამიანის ყბისქვეშა ჯირკვლის პოლისახარიდული ნაერთების ჰისტოქიმია

რეზიუმე

ვირთვას სანერწყვე ჯირკვლებს ესოვილა პოლისახარიდული კომპლექსების ჰისტოქიმია ანალიზმა გამოავლინა, რომ ამ ცხოველის ყბისქვეშა ჯირკვლის სეკრეტულ ელემენტებში წარმოიქმნება ორი, განსხვავებული თვისებების მქონე, გლიკოპროტეინი და აგრეთვე მკავე მუკოპოლისახარიდი. ვირთვას ცნისქვეშა ჯირკვლი გამოყოფს ძირითადად მკავე ხასიათის ლორწოს, ხოლო ყბაყურა ჯირკვლი — ნეიტრალურ გლიკოპროტეინს და, შესაძლებელია, მკავე მუკოპოლისახარიდსაც.

ადამიანის ყბისქვეშა ჯირკვლის ლორწოვან სეკრეტს ახასიათებს როგორც მკავე მუკოპოლისახარიდის, ისე გლიკოპროტეინის თვისებები. ამ ჯირკვლის სეროზული უჯრედები ცილოვან ნივთიერებათა გარდა, გამოიმუშავენს აგრეთვე ნეიტრალურ პოლისახარიდსაც.

დასოფმეზული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. С. Писава. Экспериментальные опухоли слюнных желез у крыс. Труды Ин-та эксп. и клин. онкологии, т. 3, 1963.
2. Boerner-Patzelt. Die Mundspeicheldrüsen des Goldhamsters. Anat. Anz. 102, № 18 — 21, 1956.
3. M. Clara. Beiträge zur Kenntnis der Sekretgranulä in Enzymproduzierenden Drüsenzellen des Menschen. Biol. latina, 12, № 1, 1958.
4. A. Gläser. Die geschwülste der Kopfspeicheldrüsen. Pathologie und klinik, Berlin, 1962.
5. R. D. Moor, M. D. Schoenberg. Low temperature sulfation of tissues and the demonstration of metachromasy. Stain Technol., 32, 1957.
6. S. S. Spicer. A correlative study of the histochemical properties of rodent acid mucopolisaccharides. J. Histochem. Cytochem., 8, 1, 1960.

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

Н. Я. ЦЕЦХЛАДZE

ЛЕЧЕНИЕ БОЛЬНЫХ ОСТРЫМ И ХРОНИЧЕСКИМ ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВЫМ РАДИКУЛИТОМ ВАННАМИ ИЗ СУХУМСКОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ

(Представлено академиком П. П. Кавтарадзе 4. 12. 1963)

Пояснично-крестцовый радикулит — распространенное заболевание периферической нервной системы; этиологические факторы, вызывающие данное заболевание, и его клиника отличаются большим разнообразием, а течение пояснично-крестцового радикулита характеризуется длительностью и склонностью к рецидивам.

Все это создало чрезвычайно широкий диапазон различных лечебных средств и методов, применяемых при данном заболевании. И среди них по праву наиболее значительное место принадлежит бальнеотерапии, как фактору, обладающему мощным лечебным действием при пояснично-крестцовом радикулите. Это доказано многочисленными исследованиями, проведенными на различных курортах и во внекурортных условиях.

Некоторые исследователи считают, что бальнеотерапия дает благоприятный эффект только при хроническом течении заболевания.

Однако в наших прошлых наблюдениях над бальнеотерапией сухумской минеральной воды буровой 1 и в работах других авторов, выполненных в последние годы, установлены благоприятные результаты при лечении острых пояснично-крестцовых радикулитов и обостренных хронических форм этого заболевания.

Целью настоящей работы было изучение действия ванн из сухумской минеральной воды (буровая 2) на больных пояснично-крестцовым радикулитом, с обращением внимания на острые формы и обострения заболевания, с учетом степени выраженности вегетативных изменений.

Сухумская минеральная вода (буровая 2), выведенная на поверхность в 1956 г., является хлоридно-натриевой, слабо сероводородной, насыщенной метаном. Из ценных микроэлементов вода содержит бром. Формула Курлова:



Изучение действия этой воды представляет большой интерес, так как метаносодержащие минеральные воды применяются в бальнеологии сравнительно недавно. Влияние бальнеолечения этой минеральной водой при пояснично-крестцовом радикулите изучается впервые.

Всего обследовано 222 человека. Мужчин — 91, женщин — 131. Большинство больных относилось к среднему возрасту (от 30 до 50 лет).

По диагнозу больные распределялись следующим образом: хронический пояснично-крестцовый радикулит в стадии неполной ремиссии — 166 случаев, в стадии обострения — 27, острый пояснично-крестцовый радикулит — 29.

Основным этиологическим фактором у 96 больных являлась травма, большей частью хроническая микротравма поясничной области. У 79 больных наиболее существенным было влияние температурных факторов — длительное пребывание в холодных, сырых помещениях, на сквозняках и т. д. В ряде случаев оба вышеуказанных фактора комбинировались и были связаны с профессией (шахтеры, шофера, строительные рабочие и др.). С перенесенной инфекцией заболевание можно было связать у десяти. У 22 больных причины заболевания выяснить не удалось.

По давности заболевания: до 1 года — 29 человек, до 2 лет — 38, до 5 лет — 49, свыше 5 лет — 106 человек.

В методику обследования, кроме общеклинического и неврологического обследования, входили и определение кожной температуры, артериальная осциллография, сенсорная и моторная хроноаксиметрия нижних конечностей до и после лечения.

Методика лечения у всех больных заключалась в ежедневном приеме ванн из сухумской минеральной воды (буровая 2) температурой 36—37°, продолжительностью до 15 минут, на курс 18 ванн. Другие методы лечения не применялись.

При поступлении больные жаловались на боли в поясничной области, иррадиировавшие в нижние конечности. У больных острой формой и при обострениях боли были интенсивными, отмечались в покое. В хронических случаях боли обычно были тупые, непостоянные, усиливающиеся при движениях, физической нагрузке, перемене погоды. Некоторые больные (100 человек) жаловались на неприятные ощущения (онемение, похолодание, чувство ползания мурашек и т. д.) в нижних конечностях.

Объективно у большинства больных отмечались выраженное ограничение объема активных движений в поясничном отделе позвоночника, гомо- или контралатеральный сколиоз и нарушения походки (при острых формах и обострениях), симптомы натяжения, болезненность при паравертебральной пальпации в поясничной области и по точкам Валле, цианоз, похолодание конечностей, гипертрихоз, гиперкератоз, а у некоторых больных — ослабление пульсации на *a. dorsalis pedis*.

При рентгенографии пояснично-крестцового отдела позвоночника выявлено следующее: у 39 больных обнаружены костные изменения, большей частью характера деформирующего спондилоза (29), остеохондроз — у 2, сужение межпозвоночной щели — у 2, люмбализация и сакрализация — у 3, несращение дужек — у 1.

Под влиянием лечения уменьшались или полностью исчезали боли. Особенно большой процент уменьшения (66%) и исчезновения (17%) болей приходится на тех больных, у которых боль носила симпаталгический характер.

Большинство объективных симптомов заболевания под влиянием бальнеолечения также в основном проходили или уменьшались. Так, больше чем у 1/3 больных прошли ограничение движений в поясничной области, паравертебральная контрактура, симптомы Нери₁ и Нери₂, болевые паравертебральные точки, сколиоз; значительно уменьшились в процессе лечения симптомы Ласега и Бехтерева, болевые точки по ходу седалищного нерва и др.

Вегетативно-сосудистые и вегетативно-трофические расстройства после лечения также исчезли или уменьшились в своих проявлениях. До лечения были обнаружены вегетативно-сосудистые изменения кожи у 108 больных (49%), мраморность кожи — у 28 (12,6%). Чаще эти изменения наблюдались в острой стадии — у 45 больных (20,4%), в хронической стадии в фазе обострения — у 42 (19%), в хронической стадии в фазе неполной ремиссии — лишь у 21 больного (9,5%).

В процессе лечения эти явления постепенно уменьшались и к концу лечения конечности становились теплыми, намного улучшалась пульсация, почти проходила синюшность, исчезали побледнение и мраморность кожи. Полностью синюшность прошла у 34, уменьшилась у 12, оставались без изменения у 5 больных; побледнение кожи прошло у 23, кожа оставалась бледной у 6; мраморность ее уменьшилась у 13, прошла полностью у 13, оставалась без изменений у 2 больных. Таким образом, вегетативно-сосудистые изменения прошли полностью в 55,8% случаев, уменьшились в 26,4% и оставались без изменений в 13,9%.

При анализе полученных данных в зависимости от стадии и фазы заболевания выявилось, что в острой стадии сосудистые расстройства кожи исчезли полностью у 20 (62,2%), уменьшились у 12 (26,6%), остались без изменений у 5 (11,2%); в хронической стадии в фазе обострения исчезли у 25 (59,8%), уменьшились у 40 (23,8%), остались без изменений у 7 (16,4%); в хронической стадии в фазе неполной ремиссии исчезли у 12 (57,1%), уменьшились у 6 (28,8%), остались без изменений у 3 (14,1%).

Таким образом, как видно из изложенного, сосудистые расстройства кожи почти в одинаковой степени изменяются под влиянием лечения во всех стадиях и фазах заболевания.

У 63 больных (28,5%) до лечения наблюдались вегетативно-трофические расстройства — потливость, сухость кожи, гиперкератоз, гипертрихоз, истончение и шелушение кожи, ороговение ногтей.

К концу лечения вегетативно-трофические изменения исчезли у 49 больных (77,8%). Прошла потливость, уменьшились сухость кожи, гиперкератоз и гипертрихоз, истончение кожи стало менее заметным, исчезло шелушение, кожа стала гладкой. Улучшение и полное восстановление этих расстройств наступило в 77,7%, уменьшение — у 11 (17,4%), остались без изменений у 3 (4,9%).

Как видно из приведенных данных, вегетативно-трофические расстройства восстанавливаются несколько чаще, чем вегетативно-сосудистые, причем тоже независимо от стадии заболевания.

Для уточнения вопросов бальнеотерапии вышеозначенной минеральной воды, кроме клинических исследований, были проведены иссле-

дования дополнительными методами, как уже указывалось выше, до и после лечения.

Осциллографические исследования проводились до и после лечения у 93 больных. Снижение осциллографического индекса от 3 до 15 мм обнаружено у 63 больных, причем у 61 больного с асимметрией, с большим снижением на больной конечности: от 3 до 5 мм — у 25, от 6 до 8 мм — у 22, от 9 до 12 мм — у 9 и от 13 до 15 мм — у 5 больных. На здоровой ноге наблюдалось снижение осцилляторного индекса от 3 до 5 мм у 10 человек. Осциллографическая кривая была платообразной, с разницей в осциллографическом индексе свыше 8 мм, у 23 больных.

После принятого курса лечения платообразная картина осциллографической кривой исчезла у 18 больных (78,2%) — у них стала выявляться кривая сосудистого тонуса; платообразная кривая осталась без изменения у 5 больных (21,8%).

Увеличение осциллографического индекса и выравнивание асимметрии наступило у тех больных, у которых индекс был снижен в пределах от 3 до 5 мм — 88% случаев, от 6 до 8 мм — 40%, от 9 до 12 мм — 66,6%, от 13 до 15 мм — 80%.

Полностью исчезла асимметрия осцилляторного индекса в 70,5% случаев, уменьшилась в 20,5%, осталась без изменений в 9%. Эти данные соответствуют клиническому улучшению состояния больных, причем параллелизм отмечался чаще в тех случаях, когда исчезал болевой синдром, носивший симпаталгический характер. У этих больных чаще и больше снижался тонус сосудов не только на больной конечности, но и на здоровой, проходила асимметрия.

Кожная температура была исследована у 79 больных. Снижение кожной температуры на стопе наблюдалось у 72 больных, на голени — у 54, на бедре — у 32. Снижение кожной температуры на стопе в пределах от 0,5 до 1° — у 21, от 1,1 до 2° — у 30, от 2,1 до 3° — у 29 больных; снижение в области голени от 0,5 до 1° — у 19, от 1,1 до 2° — у 21, от 2,1 до 3° — у 14 больных; снижение на бедре от 0,5 до 1° — у 22, от 1,1 до 2° — у 9, от 2,1 до 3° — у 1 больного. На здоровой стороне температура кожи была выше сравнительно с больной конечностью на 1—1,5°. Таким образом, асимметрия кожной температуры выявлялась больше в дистальных отделах конечностей.

После проведенного курса лечения обнаружено повышение температуры кожи на 1—2° на больной и здоровой конечностях у 45, на 3° — у 22 больных. В стопе исчезла асимметрия в 60% случаев, уменьшилась в 14%, оставалась без изменений в 26%. На голени асимметрия исчезла в 72,2%, уменьшилась в 15%, осталась без изменений в 12,8%. На бедре исчезла в 68,7%, уменьшилась в 12,4%, осталась без изменений в 9,9%.

При сопоставлении полученных данных кожной температуры с клинической симптоматикой и осциллографическими данными выявилось, что изменения кожной температуры после лечения шли параллельно с изменением осциллографического индекса; повышение кожной температуры до нормы соответствовало улучшению клинической картины заболевания и шло параллельно с уменьшением болей, в особенности

если они носили симпаталгический характер, как в острой, так и в хронической стадиях заболевания в фазе обострения и в фазе неполной ремиссии.

Хронаксиметрические исследования были проведены у 98 больных. Моторная хронаксия — у 80, сенсорная — у 98.

До лечения было обнаружено изменение моторной хронаксии у 60 больных. Удлинение хронаксии от 0,3 до 3 мс — у 50, из них: с двух сторон — у 32, с преимущественным удлинением на больной ноге. Укорочение моторной хронаксии отмечено у 56 больных. Преимущественное удлинение хронаксии обнаружено в мышцах голени, больше выраженное при гипотонии, при наличии трофических изменений в мышцах. Удлинение в мышцах бедра обнаружено на больной конечности от 0,3 до 1,5 мс и на здоровой — от 0,3 до 1,0 мс; в мышцах голени на больной конечности — от 0,5 до 3 мс, а на здоровой — от 0,5 до 1,5 мс.

Укорочение моторной хронаксии от 0,1 до 0,5 мс было обнаружено у 56 больных, из них в длинных мышцах спины — у 46, с преимущественным укорочением на стороне, где напряжение длинных мышц спины было выражено больше; в четырехглавой и икроножных мышцах укорочение наблюдалось у 10 больных только на больной конечности.

После лечения показатели моторной хронаксии изменились в различной степени. В большинстве случаев наступала нормализация величин хронаксии, удлиненная хронаксия укорачивалась, а укороченная удлинялась. Нормализация моторной хронаксии наступала у 48 больных, что составляет 80%, причем у 16 из них до лечения наблюдалось удлинение величин до 1 мс, у 14 — до 2 мс, у 12 — до 3 мс, укорочение до 0,5 мс — у 6 больных.

Удлинение хронаксии до величин, принятых за норму, наступило главным образом в длинных мышцах спины в области поясницы у 42 больных (91,2%) и у 6 больных с укорочением в икроножных мышцах (50%).

Таким образом, после проведенного лечения ваннами из буровой 2 наступает нормализация моторной возбудимости в периферическом нервно-мышечном аппарате, в основном идущее параллельно улучшению клинического состояния больного.

Изменения сенсорной хронаксиметрии до лечения отмечались у 80 больных (81,5%), преимущественно по корешковым зонам Z_3-S_2 . Удлинение обнаружено у 66 (68,5%), укорочение — у 14 больных (13%). Удлинение сенсорной хронаксии наблюдалось в пределах от 0,5 до 1,5 мс, укорочение — от 0,1 до 0,5 мс. При этом разница в удлинении хронаксиметрических величин была больше выражена в области стопы и голени, чаще в острой и хронической стадиях в фазе обострения.

После проведенного лечения нормализация удлиненных величин сенсорной хронаксии наблюдалась у 52 больных (62%), чаще по корешковым зонам Z_3-Z_5 ; в острой и хронической стадиях в фазе обострения величины уменьшились, но не дошли до нормы (24,2%), оставались без изменений у 8 больных (13,8%).

Укорочение величин наблюдалось до лечения у 14 больных, к концу лечения у всех 14 больных была выявлена нормализация.

При сопоставлении данных сенсорной хронаксии после лечения с общим состоянием больных отмечается, что они несколько отстают от клинических показателей улучшения, так как изменения сенсорной хронаксии часто наблюдались в тех случаях, когда обычными клиническими методами исследования нарушения чувствительности не обнаруживались. Это говорит о том, что изменение сенсорной хронаксии может быть выявлено во время полной ремиссии в случаях, когда клинически пояснично-крестцовый радикулит не проявляется.

При сопоставлении клинических данных с дополнительными методами исследования до и после лечения на основании наблюдений над 222 больными, лечившимися ваннами из сухумской минеральной воды буровой 2, обнаруживается, что значительное улучшение наступило у 173 больных (78%), улучшение — у 29 (13%), без изменений выписались 20 больных (9%).

В острой стадии значительное улучшение наступило у 16 (55,2%), улучшение—у 8 (27,6%), выписались без изменений 5 больных (17,2%). В хронической стадии в фазе обострения выписались со значительным улучшением 15 (55,5%), с улучшением — 7 (25,9%), без изменений — 5 больных (18,6%); в хронической стадии в фазе неполной ремиссии значительное улучшение наступило у 113 (70%), улучшение — у 28 больных (17,2%), без изменений выписались 22 больных (12,8%).

Таким образом, на основании клинко-физиологических исследований до и после лечения пояснично-крестцовых радикулитов ваннами из сухумской минеральной воды буровой 2, можно прийти к следующим выводам:

1. Лечение больных пояснично-крестцовым радикулитом ваннами из сухумской минеральной воды буровой 2 дает вполне благоприятный результат во всех стадиях болезни, особенно в хронической, в фазе неполной ремиссии (70%).

2. Под влиянием лечения исчезает и уменьшается такой важный симптом заболевания, как боли; в особенности это касается тех случаев, когда боли носили симпаталгический характер (83%).

3. Вегетативно-сосудистые функции восстанавливались в 55,8%, а вегетативно-трофические в 74,7% случаев.

4. Под влиянием лечения улучшаются показатели осциллографии и кожной температуры, что свидетельствует о регуляции периферического кровообращения и улучшении вегетативно-сосудистых функций.

5. Показатели моторной и сенсорной хронаксии под влиянием лечения нормализуются независимо от стадии болезни и выраженности вегетативно-сосудистых и вегетативно-трофических расстройств.

6. Минеральная вода буровой 2 эффективна при лечении пояснично-крестцовых радикулитов с преимущественными вегетативными расстройствами.

Министерство здравоохранения Грузинской ССР

Институт курортологии и физиотерапии

Абхазский филиал

(Поступило в редакцию 4.12.1963)

6. ცნობა

მწვავე და ქრონიკული რადიკულიტით დაავადებულთა მკურნალობა სოხუმის მინერალური წყლის აბაზანებით

რეზიუმე

ჩვენ შევისწავლეთ სოხუმის მინერალური წყლის აბაზანების გავლენა მწვავე და ქრონიკული რადიკულიტით დაავადებულებზე. დადგინდა, რომ აღნიშნული წყლის აბაზანებით მკურნალობა კარგ შედეგს იძლევა რადიკულიტით დაავადების ყველა სტადიაში, განსაკუთრებით კი ქრონიკული ფორმის დროს, არასრული რემისიის ფაზაში (70%).

აბაზანებით მკურნალობის შედეგად ქრება ან საგრძნობლად კლებულობს დაავადების ისეთი მნიშვნელოვანი სიმპტომი, როგორცაა ტკივილები, განსაკუთრებით იმ შემთხვევებში, როცა იგი ატარებს სიმპტომატურ ხასიათს (83%); უმჯობესდება ოსცილოგრაფიისა და კანის ტემპერატურის მაჩვენებლები, რაც მოწმობს პერიფერიული სისხლის მიმოქცევის რეგულაციის და ვეგეტატურ სისხლძარღვთა ფუნქციების გაუმჯობესებას.

სოხუმის მინერალური წყლის აბაზანები ეფექტურია წელის რადიკულიტების მკურნალობისას, როცა მეტწილად საქმე გვაქვს ვეგეტატურ მოშლილობასთან.

Т. Д. БОЦВАДЗЕ

К ВОПРОСУ О КРЕСТЬЯНСКОМ НАДЕЛЕ В КАБАРДЕ В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ XIX ВЕКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. С. Читая 8. 12. 1963)

Вопрос о наделении кабардинских крестьян «средствами производства вообще и землею в частности» ([1], стр. 158) приобретает важное значение, так как известная часть исследователей, отрицая наличие феодальной частной собственности на землю, тем самым утверждает, будто в Кабарде крестьяне наделялись только скотом [2, 3, 4].

Ответ на вопрос, наделялся ли в действительности кабардинский крестьянин землей, дает рассмотрение имущественного состояния крепостных — огов и логанашытов.

По архивным материалам, крепостные крестьяне — оги и логанашыты — имели имущество «двоякого рода»: собственность, принадлежащую только им, на которую владелец-феодал не имел «никакого права», и «собственность зависимая, частью принадлежащая владельцу» ([5], стр. 35). К первой относились: «начях» — «наках» и «десерег» — «дешериг», а ко второй — «дидовосбелым».

Сущность этих владений заключалась в следующем: «начях» — «наках» по-кабардински означает «венчальный подарок». Когда ог или логанашыт вступал в брак, владелец дарил ему от 3 до 5 рублей или же телку означенной стоимости, весь приплод от которой становился личной собственностью жены ога или логанашыта. «Десерег» — «дешериг» по-кабардински означает подарок от родных логанашытки, выходящей замуж. «Десерег» состоял из одной коровы, приплод от которой также принадлежал женам огов или логанашытов, а в случае их смерти вместе с приплодом переходил по наследству к их мужьям или детям ([5], стр. 35). Оба эти вида, как было сказано выше, составляли первого рода собственность крепостного.

Весьма интересна собственность «второго рода» — «дидовосбелым» (скот, приобретенный огом или логанашытом на собственные средства). Она зависела от владельца, т. е. большая часть ее фактически принадлежала владельцу, и ог и логанашыт «без согласия владельца»

не имел права «ни менять, ни продавать скот, составляющий дидовосбелым и вообще распоряжаться им каким бы то ни было образом» ([5], стр. 35).

Правда, названные виды имущества («накях», «дешериг» и «дидовосбелым») у огов, с одной стороны, и логанапытов, с другой, формально как будто друг от друга не отличались, но между ними имелась существенная разница. Так, например, если весь скот «накяха», «дешерига» и «дидовосбелыма» от содержал «на собственный счет», то логанапыт содержал скот «накяха», «дешерига» (за исключением коров и баранов) и «дидовосбелыма» «за счет своего владельца» ([5], стр. 36). Основой такого положения было то, что от был обязан своему владельцу «только пятью полевыми рабочими днями», тогда как логанапыту приходилось обрабатывать господскую землю «без ограничения рабочих дней и исполнять все работы на быках владельца и своих» ([5], стр. 36).

Заслуживает внимания правовое отношение владельца-феодала и крепостного к «дидовосбелыму», в котором, по нашему мнению, кроется важная деталь феодальных отношений. Так, например, если владелец не имел никакого права на личную собственность — «накях», «дешериг» ога или логанапыта, то в отношении «дидовосбелыма», он имел полное «право разделить или продать», причем $\frac{2}{3}$ его поступали к владельцу, а $\frac{1}{3}$ — к огу или к логанапыту ([5], стр. 36). Но в состав «дидовосбелыма» входил, по-видимому, не только скот.

Если детально рассмотреть «дидовосбелым», то можно заключить, что в Кабарде он являлся тем, чем наделялся крестьянин феодалом, т. е. «средствами производства вообще и землю в частности».

В сведениях о зависимых сословиях Кабарды сказано: «При продаже ога или логанапыта владелец или оставляет у себя весь дидовосбелым продаваемого и последний, по стоимости оставленного имущества, непременно получает таковое же у нового владельца, или продает своего ога или логанапыта со всем его дидовосбелымом, получая стоимость его от владельца, к которому переходит продаваемый от или логанапыт» ([5], стр. 19).

В материалах прямо отмечается, что «покупщики семейства холопей, если они последние пожелают взять с собою дидоушбелым, обязаны купить его у бывшего владельца по оценке: в противном случае снабжают холопей от себя совершенно таковым же имуществом», что «дидовосбелым» — собственность «хозяйская, находящаяся в пользовании холопа» ([5], стр. 19).

Правда, в материалах о «дидовосбелыме» не фигурирует земельный участок, но его существование не вызывает никакого сомнения. В этой связи интересно указание Н. Дубровина, который пишет, что

у крестьян «имущество, как движимое, так и недвижимое, разделялось на три вида: 1) данное владельцем при водворении или в случае обеднения; 2) приобретенное собственным трудом и 3) образовавшееся от подарков и по брачным договорам» ([6], стр. 211—212). Нам кажется, что первый вид имущества тождествен с «дидовосбелымом». Приведем указание Н. Дубровина полностью: «Первый вид имущества считался принадлежащим владельцу и переходил к наследникам крестьянина в прямом мужском поколении, если они жили с ним нераздельно. В противном случае, владелец мог его или взять себе, или передать другому лицу. Точно также это имущество, при продаже крестьянина другому владельцу, оставалось у прежнего и могло быть передано с крестьянином не иначе, как за особую плату. Новый владелец должен был, взамен этого имущества, дать другое, такого же качества и в таком же количестве. При пользовании крестьянином подобным имуществом, владелец имел право вмешательства; без согласия его крестьянин не мог ни продать, ни заложить, ни подарить его» ([6], стр. 211—212, [7], стр. 13—14).

Касаясь состава «неподвижного имущества», Дубровин пишет, что оно «находилось в непосредственном и фактическом обладании лиц». Это — «дома, прочия постройки и поля, постоянно обрабатываемая» ([6], стр. 213—214).

На наш взгляд, не вызывает сомнения идентичность первого из трех названных Дубровиным видов имущества с «дидовосбелымом», так как связанные с ними обязательные условия для установления и упорядочения взаимоотношений феодала с крепостным почти полностью совпадают.

Итак, путем сопоставления различных материалов выясняется, что в «дидовосбелым», кроме скота, входил также и земельный участок и что «дидовосбелым» являлся тем крестьянским наделом, которым в первой половине XIX века наделялся кабардинский крестьянин.

Крестьянина ни в коем случае нельзя было оставить без «дидовосбелыма» как обязательного условия для дальнейших его отношений с новым господином. Основную роль здесь играла земля, так как крепостного нельзя было продать без земли или же проданный обязательно должен был наделяться землей новым владельцем. Практика продажи без земли и порознь членов крестьянской семьи была нарушением норм феодального права.

Оба эти явления (т. е. продажа с землей и без земли крепостного крестьянина) имели соответствующие последствия, ибо насколько первую подчинялось экономическому закону феодальной действительности, «когда не только крестьянин был прикреплен к земле, но и сама земля тоже была прикреплена к крестьянину» ([8], стр. 14), настолько второе

отклонялось от него, что и накладывало свой отрицательный отпечаток на социально-экономическое развитие страны.

В Кабарде в основном имело место первое явление, что и способствовало развитию страны.

Такое положение в общем соответствовало периоду раннего, а не развитого феодализма, ибо в последнем случае на основе дальнейшего развития и углубления социальных отношений право крестьянина быть неотделимым от земли было почти ликвидировано феодалами и тем самым продажа крестьянина без земли и раздробление его семьи стало обычным явлением, а это, со своей стороны, было уродливой формой феодальных отношений ([9], стр. 200), так как продажа крепостного без земли и разделение его семьи лишало производителя стимула к ведению интенсивного хозяйства и увеличению семьи.

Крепостные крестьяне Кабарды — логанапыты и оги, — как видно из приведенных выше материалов, были наследственными или традиционными владельцами земли, на которой они сидели, но фактически они не являлись собственниками этой земли и отбывали за нее феодальные повинности. Так же зависели по земле и многие юридически свободные тлхокотлы. Интересно указание Т. Макарова о кабардинских зависимых крестьянах, которые служили пши-уркам: «Одни могут отойти от владельца, через чего лишаются земли; другие же не могут этого сделать, но как те, так и другие платят известную дань за пользование землею» ([10], стр. 167).

Трудно определить, каков был размер крестьянского надела в Кабарде в первой половине XIX века, но совершенно очевидно, что он должен был быть определен в известных пределах, хотя и зависел полностью от количества тягловой силы — быков. Так, например, владелец пары быков давал феодалу одну арбу проса, владелец двух пар — три, владелец трех — четыре и т. д. ([11], стр. 225). По Н. Дубровину, каждый крестьянин, получивший от помещика зерно и несколько пар волов, должен был вспахать четыре загона (около четырех десятин) на каждую пару ([6], стр. 212). В заключение можно сказать, что упомянутые в источниках «пара быков» или же «пара волов» в действительности соответствовали определенной единице крестьянского надела, т. е. участку от двух до четырех десятин.

Как видим, земельная собственность в Кабарде являлась экономической основой прикрепления крестьян к землям феодала, на которой выросли различные формы и методы внеэкономического принуждения, при помощи которых можно было заставить крестьянина, ведущего самостоятельное хозяйство, работать на феодала.

Необходимо отдать должное в этом отношении скотовладению, учитывая то обстоятельство, что скотоводство долгое время доминировало в хозяйственной жизни кабардинцев.

Л. П. Потапов прав, когда пишет о двойственной роли скота «как продукта труда и потребления и как средства производства, хотя и не основного», что «во многом определило своеобразие развития классовых отношений» ([12], стр. 76).

Исходя из этого правильного положения, становится понятным, что наделение скотом нуждающегося скотовода-крестьянина также являлось одним из средств прикрепления его к земле. В основном же собственность на землю, а не на скот давала землевладельцу при жизни «власть под титулом ренты присваивать без всякой компенсации плоды чужого труда» ([13], стр. 336).

Скотовладение в первой половине XIX века действовало как фактор, разлагающий экономическое и социальное равенство кабардинской общины.

Касаясь вопроса о разложении общины, К. Маркс писал: «Уже одно постепенное накопление движимого имущества, начинающееся с накоплением скота (допуская даже накопление богатства в виде крепостных), все более и более значительная роль, которую движимое имущество играет в самом земледелии..., все это действует как элемент, разлагающий экономическое и социальное равенство, и порождает в недрах самой общины столкновение интересов» ([14], стр. 681).

Сейчас ясно, почему в большинстве документов речь идет о захвате и присвоении скота и крепостных, что, по-видимому, и ввело в заблуждение некоторых исследователей, которые утверждают, что в первой половине XIX века в Кабарде существовала лишь частная собственность на скот, крепостных, но не на землю.

В конечном счете кабардинские крепостные, кроме земельного надела, крупного и мелкого скота, получали еще необходимые сельскохозяйственные орудия, птицу и т. д. Все это в совокупности составляло хозяйство, основанное на его личном труде.

თ. ბოცვაძე

საგლეხო მამულის საკითხისათვის XIX საუკუნის
პირველი ნახევრის ყაბარდოეზი

რეზიუმე

ეძლეოდა თუ არა ყაბარდოელ გლეხს XIX ს. პირველ ნახევარში „წარმოების საშუალებანი საზოგადოდ და მიწა კერძოდ“, წარმოადგენს მეტად მნიშვნელოვან საკითხს, რამდენადაც ნაწილი მკვლევარებისა უარყოფენ რა ყაბარდოეზი მიწაზე ფეოდალურ საკუთრებას, ამტკიცებენ, რომ ყაბარდოელი „საგლეხო მამული“ — ნადელი შედგებოდა მხოლოდ საქონლისაგან და არა მიწისაგან [2, 3, 4].

ამ საკითხზე ნათელ პასუხს იძლევა ყაბარდოელი ყმა-გლეხების — ოგებისა და ლოვანაპიტების ქაინებრივი მდგომარეობის საკითხის განხილვა.

ოგებსა და ლოვანაპიტებს „ორი სახის საკუთარი ქონება ჰქონდათ“. საკუთრება, რომელზეც ბატონს „არავითარი უფლება“ არ ჰქონდა და უშუალოდ მათ საკუთრებაში იყო და საკუთრება, რომელიც „ბატონზე იყო შთლიანად დამოკიდებული“. პირველი სახის საკუთრებას განეკუთვნებოდა „ნაჩიახი“ — „ნაკიახი“ და „დესერეგ“ — „დეშერივი“, ხოლო მეორეს — „დიდოვოსბელიმი“.

მეტად მჭიდრო კავშირი ოგისა და ლოვანაპიტისა მათი გასხვისების შემთხვევაში „დიდოვოსბელიმიან“, რამდენადაც შეუძლებლად ჩანს მათი დატოვება „დიდოვოსბელიმის“ გარეშე, როგორც აუცილებელი ეკონომიური პირობისა ფეოდალისა და ყმა გლეხის ურთიერთობისათვის, ჩვენ ვვაგონებს ადრეფეოდალურ ურთიერთობათა ხანის მსგავს მოვლენებს, დაკავშირებულს მიწასთან, როდესაც ფეოდალს უფლება არა ჰქონდა, მიუხედავად მისი საკუთრებისა მიწაზე, გლეხის მიწიდან აყრისა, მისი უძიწოდ გასხვისებისა, მისი ოჯახის დაშლისა და ამ ოჯახის წევრების ცალ-ცალკე გაყიდვისა, რადგან ასეთ დროს არა მხოლოდ გლეხი იყო მიმაგრებული მიწაზე, არამედ მიწაც ასევე მიმაგრებული იყო გლეხზე.

სხვადასხვა მასალის შეჯერებით ირკვევა, რომ „დიდოვოსბელიმი“ საქონლის გარდა შედიოდა აგრეთვე მიწის ნაკვეთიც და რომ „დიდოვოსბელიმი“ საერთოდ სწორედ ის „საგლეხო მამული“ — ნადელია, რომელიც XIX ს. პირველი ნახევრის ყაბარდოეზი უშუალო მწარმოებელს ეძლეოდა ფეოდალისაგან.

ძნელია დადგენა საგლეხო მამულის სიდიდისა, რადგან წყაროებში ამის თაობაზე ძუნწი ცნობები მოგვეპოვება, მაგრამ ფაქტია, რომ იგი ცვალებადი უნდა ყოფილიყო, რამდენადაც გლეხის მფლობელობაში მყოფი სამუშაო ხარების რაოდენობაზე იყო დამოკიდებული.

ეჭვს არ იწვევს, ჩვენი აზრით, დუბროვინის მიერ დასახელებული ყმა-გლეხთა სამი სახის ქონებიდან პირველის იდენტურობა „დიდოვოსბელიმიან“,

რადგან ამათთან დაკავშირებული სავალდებულო პირობები, მიწის მფლობელ ფეოდალსა და ყმა-გლეხს შორის ურთიერთობათა დადგენა-მოწესრიგებისათვის, თითქმის აბსოლუტურად ემთხვევიან ერთმანეთს.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Ленин. Соч., т. 3, М., 1963.
2. Н. Дубровин. Черкесы (Адыге). Военный сборник, № 3—4, 1870.
3. С. К. Бушцев. Из истории русско-кабардинских отношений. Нальчик, 1956.
4. И. Ф. Мужев. Крестьянская реформа в Кабарде (1867). Автореферат, М., 1951.
5. ЦГИА СССР, ф. 7, оп. 8, д. 26.
6. Н. Дубровин. История войны и владычества русских на Кавказе, т. I, СПб, 1871.
7. С. Л. Авалиани. Зависимые сословия на Северном Кавказе. Одесса, 1914.
8. Н. А. Бердзенишвили. Очерк из истории развития феодальных отношений в Грузии. Тбилиси, 1937.
9. Д. В. Гвретишвили. Из социальных отношений феодальной Грузии. Тбилиси, 1955.
10. Т. Макаров. Племя Адыге, ч. III, газета „Кавказ“, № 31, 1862.
11. Б. А. Гарданов. Материалы по обычному праву кабардинцев (первая половина XIX века). Нальчик, 1956.
12. Л. П. Потапов. О сущности патриархально-феодальных отношений у кочевых народов Средней Азии и Казахстана. Вопросы истории, № 6, М., 1954.
13. К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. XIII, ч. I, М., 1936.
14. К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. XXVII, М., 1935.

მთ. რედაქტორი — საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
აკადემიკოსი რ. დვალის

Гл. редактор — академик Академии наук Грузинской ССР
Р. Р. Двали

ხელნაწერილია დახაზუბდად 20.4.1964; შექვ № 589; ანაწყობის ზომა 7×11;
ქალალდის ზომა 70×108; საალრიცხო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 19;
ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 16; ლე 02679; ტირაჟი 1400.

Подписано к печати 20.4.1964; зак. № 589; размер набора 7×11; размер
бумаги 70×108; количество уч.-изд. листов 19; количество печатных
листов 16; УЭ 02679; тираж 1400

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობის სტამბა, გ. ტაბიძის ქ. № 3/5
Типография Издательства Академии наук Грузинской ССР, ул. Г. Табидзе, № 3/5



შიხასისი — СОДЕРЖАНИЕ — CONTENTS

მათემატიკა — МАТЕМАТИКА — MATHEMATICS

Н. А. Берикашвили. Об индексе систем сингулярных интегральных уравнений на двумерных многообразиях 257

*ნ. ბერიკაშვილი. ორგანზომილებიან მრავალსახეობაზე სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემების ინდექსის შესახებ 264

Ш. С. Кемхадзе. О внешние нильпотентных группах автоморфизмов 265

*შ. ქემხაძე. გარე ნილპოტენტურ ავტომორფიზმთა ჯგუფის შესახებ 269

З. А. Чантурия. О некоторых свойствах биортогональных систем в пространстве Банаха и их применениях в спектральной теории 271

*ზ. ჭანტურია. ბანახის სივრცეში ბიორთოგონალური სისტემების ზოგიერთი თვისება და მისი გამოყენება სპექტრალურ თეორიაში 276

О. П. Дзагნიдзе. Представление измеримых функций двух переменных двойными рядами 277

*ო. ძაგნიძე. ორი ცვლადის ზომადი ფუნქციების წარმოდგენა ორმაგი მწკრივებით 281

დეკავლუკის თეორია — ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ — THEORY OF ELASTICITY

М. О. Башелейшвили. Об одном способе решения третьей и четвертой граничных задач статики анизотропных упругих тел 283

*მ. ბაშელეიშვილი. ანიზოტროპული დრეკადი ტანის სტატიკის მესამე და მეოთხე სასახლორო ამოცანების ამოხსნის ერთი მეთოდის შესახებ 290

პიბერნეტიკა — КИБЕРНЕТИКА — CYBERNETICS

В. В. Чавчанидзе, К. С. Квинихидзе. К вопросу о расшифровке кода ДНК 291

*ვ. ჭავჭავანიძე, კ. კვინიხიძე. დნმ-ს კოდის გაშიფვრის საკითხისათვის 294

ფიზიკა — ФИЗИКА — PHYSICS

Г. А. Чилашвили. Применение факторизующегося потенциала к ядру Li^6 297

*გ. ჭილაშვილი. ფაქტორიზებადი პოტენციალის განოყენება Li^6 ატონგულისათვის 303

გ. ტიმოფეევა, რ. ლუდვიგოვი, თ. ცეცხლაძე. ИРТ-2000 რეაქტორის სითბური ნეიტრონების ნაკადის გაზომვა 305

*გ. ე. ტიმოფეევა, რ. ბ. ლუდვიგოვი, თ. ვ. ცეცხლაძე. Измерение потоков тепловых нейтронов на реакторе ИРТ-2000 311

გეოფიზიკა — ГЕОФИЗИКА — GEOPHYSICS

Л. С. Чантуришвили. О природе вызванной поляризации 313

*ლ. ჭანტურიშვილი. გამოწვეული პოლიარიზაციის ბუნების შესახებ 317

* ეარსკვლავით აღნიშნული სათაური გკუთენის 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.

Л. С. Чогорлишвили. О расчеге температуры почвы, покрытой снегом 319

*ლ. ჭოტორლიშვილი. თოვლით, დაფარული ნიადაგის ტემპერატურის გამოთვლის შესახებ 324

დ. კიკნაძე, შ. ჩიხრაძე. კოლხეთის დაბლობის დანალექის ქანების სითბური თვისებების შესახებ 325

*Д. А. Кикнадзе, Ш. Г. Чихрадзе. О тепловых свойствах осадочных горных пород Колхидской низменности 328

ქიმია—ХИМИЯ—CHEMISTRY

Г. В. Цицишвили (академик АН ГССР), Г. Д. Багратишвили, М. К. Чарквиани, Н. И. Онишвили. Спектроскопическое исследование продуктов радиационнохимического превращения нафталина 331

*გ. ციციშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), გ. ბაგრატიშვილი, მ. ჩარკვიანი, ნ. იონიშვილი. ნაფტალინის რადიაციულ-ქიმიური გარდაქმნის პროდუქტების სპექტროსკოპული გამოცვლევა 338

ქრ. არეშიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი) და ხ. ელაშვილი. იზომარილიციკლოპენტანის იზომერირება გუმბრინის თანდასწრებით ორთქლის ფაზაში 339

*Х. И. Арешидзе (член-корреспондент Академии наук Грузинской ССР), З. М. Элашвили. Изомеризация изопропилициклопентана в паровой фазе в присутствии гумбрина 343

В. И. Кобишвили. Биогеохимическое значение рассеянного в природе молибдена 345

*ბ. კობიშვილი. ბუნებაში გაფანტული მოლიბდენის ბიოგეოქიმიური მნიშვნელობის შესახებ 348

აგროქიმია—АГРОХИМИЯ—AGROCHEMISTRY

მ. გეგეჭკორი. საშესაღვამო ხორბლის ნათესის მწკრივული განოყიერება მარგანიზებული სუპერფოსფატით 351

*М. Т. Гегечкори. Рядковое удобрение посева озимой пшеницы марганцированным суперфосфатом 356

ბიოქიმია—БИОХИМИЯ—BIOCHEMISTRY

ო. ხაჩიძე და ა. კაქარავა. ნუკლეინის მეთავთა რაოდენობრივი ცვლელადობა ვახში 359

*О. Т. Хачидзе и А. В. Качарава. Количественное изменение нуклеиновых кислот в виноградной лозе 365

გეოგრაფია—ГЕОГРАФИЯ—GEOGRAPHY

დ. ტაბიძე. გრავიტაციული დენუდაციის მოვლენები 1963 წლის პტიშის (მდ. ჩხალთის) აუზის მიწისქვეშის დროს 367

*Д. Д. Табидзе. Явления гравитационной денудации во время птышского землетрясения 16 июля 1963 года 372

პეტროგრაფია—ПЕТРОГРАФИЯ—PETROGRAPHY

В. И. Гугушвили. О меловом вулканизме Грузинской глыбы 375

*ვ. გუგუშვილი. საქართველოს ბელტის ცარცული ვულკანიზმის შესახებ 380

პალეობიოლოგია—ПАЛЕОБИОЛОГИЯ—PALAEOBIOLOGY

Л. В. Мухелишвили. К вопросу об изменчивости среднесарматских моллюсков Мегрелии (Западная Грузия)	383
*ლ. მუხელიშვილი. სამეგრელო (დასავლეთ საქართველო) შუასარმატული მოლუსკების ცვალებადობის შესახებ	387
Т. А. Ломинадзе. Некоторые вопросы экологии представителей семейства <i>Macrocephaliidae</i>	389
*თ. ლომინაძე. ოჯახი <i>Macrocephalitidae</i> -ს წარმომადგენლების ეკოლოგიის ზოგიერთი საკითხი	393

სამშენებლო მექანიკა—СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА—
STRUCTURAL MECHANICS

Ан. А. Лосаберидзе, Т. В. Кордзадзе. Расчет толстых круговых арок с учетом упругости опирания	395
*ან. ლოსაბერიძე, თ. კორძაძე. სქელი წრიული თაღების ანგარიში საყრდენთა დრეკადობის გათვალისწინებით	401
И. И. Гудушаури. О расчете оболочек методом наложения фиктивных „ортотропных“ систем	403
*ი. ი. გუდუშაური. გარსების გაანგარიშება ფიქტიურ ორთოტროპულ სისტემთა შერწყმის მეთოდით	410

ტექნიკა—ТЕХНИКА—ENGINEERING GENERAL

О. Г. Соломония. Выбор рациональных способов полива с применением методов линейного программирования	411
*ო. სოლომონია. მორწყვის რაციონალური სახეების შერჩევა წრფივი პროგრამირების მეთოდების გამოყენებით	417

ტელემექანიკა და ავტომატიკა—ТЕЛЕМЕХАНИКА И АВТОМАТИКА—
TELEMECHANICS AND AUTOMATICS

Н. Р. Момцелидзе. Приближенный метод определения корреляционной функции	419
*ნ. მომცელიძე. კორელაციის ჟუნქციის განსაზღვრის მიახლოებითი მეთოდი	423

ბოტანიკა—БОТАНИКА—BOTANY

Б. ანელი. გულისაბასა და ბუგენვილას კულიფოლიარები	525
*ბ. ანელი. Каулифолиары ночной красавицы и бугенвиллии	430

ენტომოლოგია—ЭНТОМОЛОГИЯ—ENTOMOLOGY

გ. დოლიძე. თითოფოსიადმი ვახის აბლაბუდიანი ტიკას რენტენტობის შესწავლის ზოგიერთი მონაცემი	433
*გ. დოლიძე. Изучение резистентности виноградного паутинного клещика к тиофосу	438

პარაზიტოლოგია—ПАЗАЗИТОЛОГИЯ—PARASITOLOGY

И. В. Гогебашвили, Н. М. Кандилов. Экологический анализ протофауны храмули бассейна р. Куры	439
*ი. გოგებაშვილი, ნ. კანდილოვი. მდ. მტკვრის აუზში მოზინადრე ხრამულის პროტოფაუნის ეკოლოგიური ანალიზი	443



ზოოლოგია—ЗООЛОГИЯ—ZOOLOGY

Д. Н. Кобахидзе. К ландшафтно-стациональному размещению *Dactyloche-
lifer latpeillei* (Leach) в условиях Грузинской ССР 445

*დ. კობახიძე. *Dactylocheilifer latpeillei* (Leach)-ის ლანდშაფტურ-სტაცი-
ულური განლაგებისათვის საქართველოს სსრ პირობებში 448

А. Г. Кафиан. Методы оценки продуктивности выкормок тутового шелко-
пряда 449

*ა. კაფიანი. თეთის აბრეშუმსხვევის პროდუქტიულობის შეფასების მეთოდები 456

შ. დარეჯანაშვილი. ჯავშნის ტიპების (Acari, Oribatei) ფაუნის სახეობრივი
შედგენილობისათვის თბილისის მიდამოებში 457

*შ. დ. Дареджанишвили. К видовому составу фауны оribатидных кле-
щей (Acari, Oribatei) окрестностей Тбилиси 463

ანატომია—АНАТОМИЯ—ANATOMY

Н. Д. Бакрадзе. Гистохимическое выражение взаимоотношений гликогена,
рибонуклеопротеидов митохондрий и сульфидрильных групп в мио-
карде и его проводящей системе при хронической коронарной бо-
лезни 465

*ნ. დ. ბაკრაძე. გლიკოგენის, მიტოქონდრიებისა რიბონუკლეოპროტეინებისა და
სულფიდრიული ჯგუფების მისტოქინიური გამოვლინების ურთიერთკავში-
რის შესახებ გულის სინციტიური და გამტარი სისტემის კუნთოვან ბოჭკოებში
ქრონიკული კორონული დაავადების დროს 471

ფიზიოლოგია—ФИЗИОЛОГИЯ—PHYSIOLOGY

Ю. К. Шхвацабая. Феномен парадоксального укорочения фазы изгнания
крови из левого желудочка сердца после прекращения мышечной ра-
боты 473

*ი. შხვაцаბაია. კუნთური შემაობის შეწყვეტის შემდეგ მარცხენა პარკუტიდან
სისხლის ამოღების ფაზის პარადოქსული შემოკლების ფენომენი 477

Н. Н. Парцхаладзе. Влияние рентгеновых лучей на процесс ассимиляции
белковой оболочки яйца куриным зародышем 479

*ნ. ფარცხალაძე. რენტგენის სხივების გავლენა ქათმის ჩანახაზის მიერ ცილოვანი
გარსის ასიმილაციის პროცესზე 483

მედიცინის ექსპერიმენტული მედიცინა—ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА—
EXPERIMENTAL MEDICINE

М. Д. Гедеванишвили, В. О. Иосава. Гистохимия полисахаридных
комплексов слюнных желез крысы и подчелюстной железы человека 485

*მ. გედვანიშვილი, ვ. იოსავა. ვირთავის სანერწყვე ვირცხვებისა და ადა-
მიანის ყბისქვეშა ვირცხვის პოლისახარიდული ნეოგენის მისტოქინია 491

კლინიკური მედიცინა—КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА—
CLINICAL MEDICINE

Н. Я. Цецхладзе. Лечение больных острым и хроническим пояснично-
крестцовым радикулитом ваннами из сухумской минеральной воды 493

*ნ. ცეცხლაძე. აწვევ და ქრონიკული რადიკულიტი დაავადებულთა მკურნალობა
სოხუმის მინერალური წყლის აბაზანებით 499

ისტორია—ИСТОРИЯ—HISTORY

Т. Д. Боцвадзе. К вопросу о крестьянском наделе в Кабарде в первой по-
ловине XIX века 501

*თ. ბოცვაძე. საგლეხო მამულის საკითხისათვის XIX საუკუნის პირველი ნახევრის
ყაბარდოში 505

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 из иллюстраций должны быть выполнены на обоих языках. Никакие исправления и дополнения после принятия к печати не допускаются.

8. Данные о цитированной литературе должны быть по возможности полными: необходимо указать полное заглавие статьи, название журнала, в котором опубликована статья, номер серии, тома, выпуска, год издания; если имеется ссылка на книгу, то необходимо указать полное наименование книги, место и год издания.

9. Цитируемая литература должна приводиться в конце статьи в виде списка. При ссылке на литературу в тексте статьи или в подстрочных примечаниях следует указывать номер по списку, заключая его в квадратные скобки.

10. В конце текста статьи автор на соответствующем языке должен указать название и местонахождение того научного учреждения, где выполнена работа.

Статья датируется днем поступления ее в редакцию.

11. Автору представляется одна корректура в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или напечатать ее без визы автора.

12. Автор получает бесплатно 10 оттисков своей статьи.

АДРЕС РЕДАКЦИИ: ТБИЛИСИ, УЛ. ДЗЕРЖИНСКОГО, 8
Телефон 3-03-52

Условия подписки: на 1 год—12 руб., на 6 месяцев—6 руб.



დ ა მ ტ კ ი ე მ ბ უ ლ ი ა
საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
პრეზიდიუმის მიერ 28.3.1963.

„საბატრეველოს სსრ მცენიერებათა აკადემიის მოამბის“

დ ე ბ უ ლ ე ბ 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 ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის თვეში ერთხელ, ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 16 ბეჭდური თაბაში. ყოველი კვარტალის ნაკვეთები (სამი ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. „მოამბეში“ დასაბუთდად წერილები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ორ ენაზე: ქართულად და რუსულად. ერთ-ერთ მათგანზე, ავტორის სურვილისამებრ, — სრული ძირითადი ტექსტი, ხოლო მეორეზე — ძირითადი ტექსტის შემოკლებული გადმოცემა.
5. წერილის მოცულობა (ორივე ტექსტისა), ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 20.000 ასატამბო ნიშანს (ჟურნალის 8 გვერდს); არ შეიძლება წერილის დი-ყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
6. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბუთდად „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 მის დადებითად შეფასების შემთხვევაში, წარმოადგინოს იგი დასაბუთდად.
7. წერილები (ავტორთა სათანადო ილუსტრაციები და ნახაზები) ავტორმა უნდა წარმოადგინოს თითო ცალად, დასაბუთდად სავსებით მომზადებული. ფორმულები ხელით უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტში მკაფიოდ. ილუსტრაციებზე ტექსტობრივი წარწერები ორივე ენაზე უნდა იყოს შესრულებული. წერილის დასაბუთდად 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 სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის ადგილისა და წელის მითითება.
9. დამოწმებული ლიტერატურის სია წერილს ერთგვარ ბოლოში. ლიტერატურის მითითებულად 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 წარმოდგენილი, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 10 ამონაბეჭდი.

ა დ ე ბ ა ტ ე მ ი ს მ ი ს ა მ ა რ თ ი: თბილისი, ძეგლნიძის ქ., 8

ტელეფონი 3-03-52

ხელმოწერის პირობები: 1 წლით—12 მან., 6 თვით—6 მან.